

# HOLLOW FIBER MEMBRANE MODULE, METHOD OF MANUFACTURING THE HOLLOW FIBER MEMBRANE MODULE, AND HOUSING FOR HOLLOW FIBER MEMBRANE MODULE

**Publication number:** WO0249746

**Publication date:** 2002-06-27

**Inventor:** NAKAHARA YOSHIHITO (JP); TORICHIGAI TETSUYA (JP); KAMATA MASATOSHI (JP); ITO MASANORI (JP); HONJOU KENJI (JP); OKAZAKI HIROYUKI (JP); KAKUMOTO YOSHIHIRO (JP)

**Applicant:** MITSUBISHI RAYON CO (JP); NAKAHARA YOSHIHITO (JP); TORICHIGAI TETSUYA (JP); KAMATA MASATOSHI (JP); ITO MASANORI (JP); HONJOU KENJI (JP); OKAZAKI HIROYUKI (JP); KAKUMOTO YOSHIHIRO (JP)

**Classification:**

- **international:** *B01D63/02; B01D63/04; B01D63/02; B01D63/04;* (IPC1-7): B01D63/02; B01D63/00; B01D63/04

- **european:** B01D63/02; B01D63/02B; B01D63/02B10; B01D63/02D; B01D63/04B

**Application number:** WO2001JP11034 20011217

**Priority number(s):** JP20000383556 20001218; JP20010000562 20010105; JP20010028343 20010205; JP20010072857 20010314

**Also published as:**

EP1352681 (A1)  
US2004060442 (A1)  
CN1481271 (A)

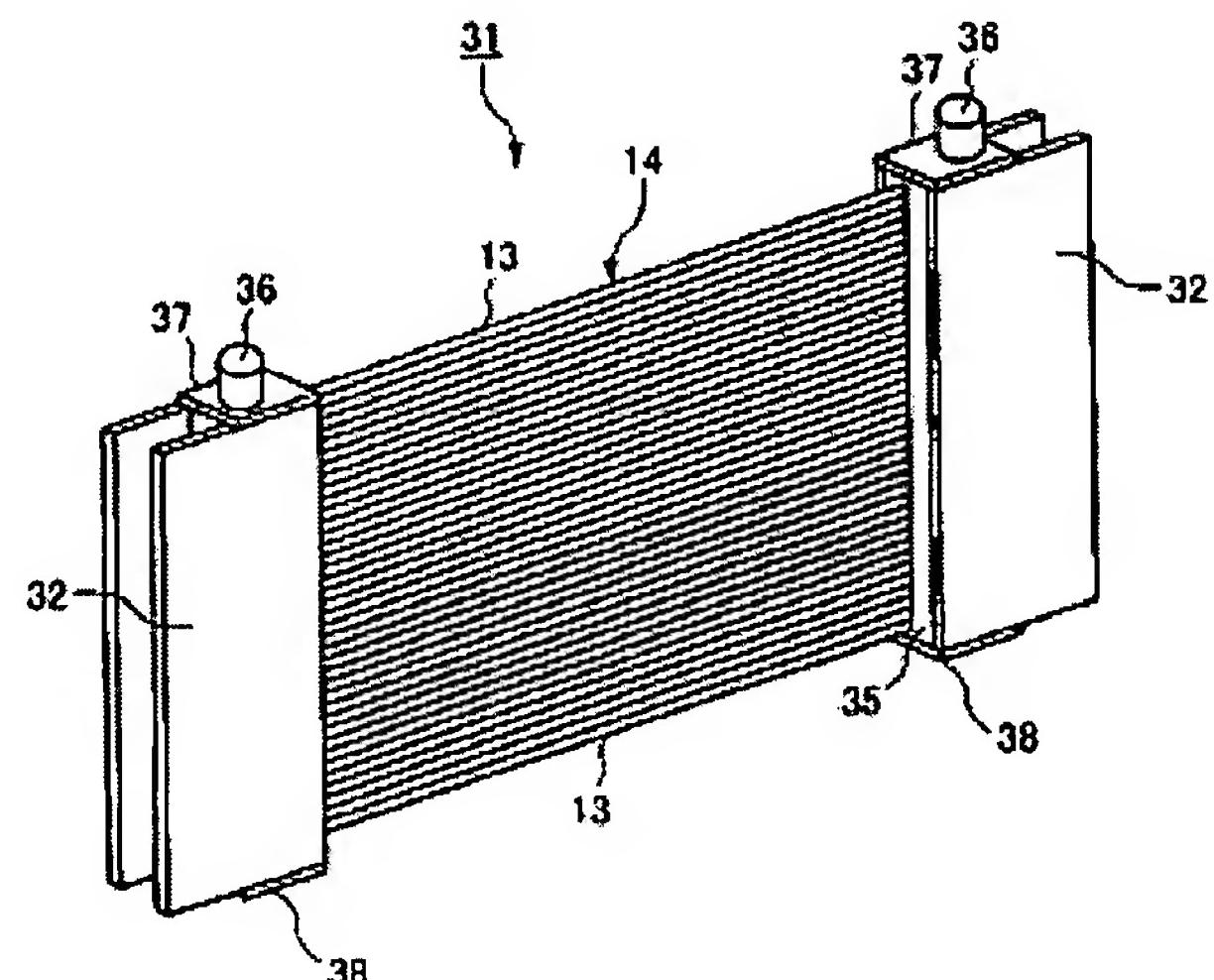
**Cited documents:**

JP2000084373  
JP200288357  
JP7016436

[Report a data error here](#)

## Abstract of WO0249746

A hollow fiber membrane module (31), wherein both end parts of a hollow fiber membrane bundle (14) formed of a plurality of hollow fiber membranes (13) bound with each other in a sheet shape are fixed to two different housings (32) with fixing resin (35) while maintaining the opened state of the opening end parts (19) of the hollow fiber membranes, the maximum width (A) of the hollow fiber membranes in the direction perpendicular to the longitudinal direction thereof in the cross section of the housing in the direction vertical to the longitudinal direction thereof is 25 mm or less, and the maximum deflection amount of the housing measured by a deflection amount measuring method is 1% or less of a distance between the two housings, whereby the entanglement of the hollow fiber membranes can be suppressed to prevent the membranes from being damaged since the deflection of the housings due to an effect of air bubbling is less despite the fact that the collective rate of the hollow fiber membranes per unit volume of a hollow fiber membrane module unit can be increased, and the housings should desirably be provided with reinforcing rib parts for supplementing the strength thereof.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

**(51) Int. Cl.<sup>7</sup>**  
 B01D 63/04

**(11) 공개번호** 특2003-0064827  
**(43) 공개일자** 2003년08월02일

(21) 출원번호 10-2003-7007983  
 (22) 출원일자 2003년06월14일  
 번역문 제출일자 2003년06월14일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2001/11034  
 (86) 국제출원출원일자 2001년12월17일

(87) 국제공개번호 WO 2002/49746  
 (87) 국제공개일자 2002년06월27일

<b>(30) 우선권주장</b>	JP-P-2000-00383556 2000년12월18일	일본(JP)
	JP-P-2001-00000562 2001년01월05일	일본(JP)
	JP-P-2001-00028343 2001년02월05일	일본(JP)
	JP-P-2001-00072857 2001년03월14일	일본(JP)

**(71) 출원인** 미쓰비시 레이온 가부시끼가이샤  
 일본 도쿄도 미나토구 고난 1조메 6방 41고

**(72) 나까하라요시히또**  
 발명자 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

도리찌가이데쯔야  
 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

가마따마사또시  
 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

이또마사노리  
 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

흔憔겐지  
 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

오까자끼히로유끼  
 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

가꾸모또요시히로  
 일본아이찌깽나고야시히가시꾸스나다바시4조메1방60고미쓰비시레이온가부시끼가이샤세이힝가이하쯔겐꾸  
 죠내

**(74) 대리인** 주성민  
 안국찬

심사청구 : 있음

**(54) 중공사막 모듈, 그 제조 방법 및 중공사막 모듈용 하우징**

## 요약

본 발명의 중공사막 모듈은, 복수의 중공사막(13)을 시트형으로 묶은 중공사막 다발(14)의 양단부가 중공사막의 개구 단부(19)의 개구 상태를 유지하면서, 각각 다른 2개의 하우징(32)에 고정용 수지(35)로 고정되어 이루어지는 중공사막 모듈(31)이며, 하우징의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 중공사막의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)이 25  $\text{mm}$  이하이며, 휨량 측정 방법에 의해 측정된 하우징의 최대 휨량이 2개의 하우징간 거리의 1 % 이하인 것이다. 이러한 중공사막 모듈은, 중공사막 모듈 유닛의 단위 체적당의 중공사막 모듈의 집적율을 높게 할 수 있음에도 불구하고, 에어 버블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨이 적고, 중공사막의 얹힘을 억제하여 중공사막이 파손되는 일이 없다. 또한, 이 중공사막 모듈에 있어서는 하우징은 하우징의 강도를 보강하는 보강 리브부를 갖는 것이 바람직하다.

## 대표도

### 도 1

#### 색인어

중공사막 다발, 중공사막, 하우징, 고정용 수지, 개구단부, 중공사막 모듈

#### 명세서

#### 기술분야

본 발명은, 액체의 분리 및 정제 등에 이용되는 중공사막 모듈, 그 제조 방법 및 중공사막 모듈용 하우징에 관한 것이다.

본 출원은 일본국에의 특허 출원(특허 출원 2000-383556, 특허 공개 2001-562, 특허 공개 2001-28343, 특허 공개 2001-72857)에 의거하는 것으로, 상기 일본 출원의 기재 내용은 본 명세서의 일부로서 취입하는 것으로 한다.

#### 배경기술

종래부터, 중공사막 모듈은 무균수, 음료수, 고도 순수(純水)의 제조, 공기 정화 등의 수많은 용도로 사용되어 왔다. 이들의 용도에다가, 최근에는 하수 처리장에 있어서의 2차 처리, 3차 처리나, 정화조에 있어서의 고액 분리, 산업 폐수 중의 SS(현탁 물질)의 고액 분리 등, 고오탁성수의 처리 용도에 이용되도록 되어 있다.

고오탁성수 여과의 용도에 적합하게 이용되는 중공사막 모듈로서는, 일본 특허 공개 평5-261253호 공보, 일본 특허 공개 평6-342호 공보, 일본 특허 공개 평6-340호 공보 등에 개시되어 있는 직사각형 하우징 내부에, 시트형의 중공사막 다발의 단부를 수용하고, 고정용 수지를 이용하여 고정하여 이루어지는 중공사막 모듈을 들 수 있다. 이를 중공사막 모듈은, 하우징 내에 고정용 수지를 주입하여 중공사막 다발의 단부를 고정용 수지에 의해 하우징에 고정한 후, 중공사막의 단부가 개구하도록 고정용 수지의 일부를 컷트함으로써 제조된다.

그러나, 이러한 제조 방법에 있어서는 하우징 내에 커터를 삽입하기 위해, 직경이 큰 하우징을 이용할 필요가 있었다. 그로 인해, 이 중공사막 모듈을 복수 배열 및 집적시켜 중공사막 모듈 유닛을 조립한 경우, 중공사막 모듈 유닛에 있어서의, 단위 체적당의 중공사막 모듈의 집적율이 낮아진다는 문제점이 있었다.

이 문제점을 해결하는 것으로서는, 일본 특허 공개 평10-57775호 공보에 기재된 중공사막 모듈을 들 수 있다. 이 중공사막 모듈은, 시판되고 있는 파이프로 이루어지는 하우징 본체에 슬릿을 형성하고, 슬릿 주위에 수지 포팅용 둑부를 설치하고, 미리 중공사막의 단부를 개구시킨 중공사막 다발을 그 슬릿부에 삽입하고, 수지 포팅용 둑부의 내측에 고정용 수지를, 중공사막의 단부를 폐색하지 않도록 주입하여 중공사막 다발을 고정용 수지에 의해 고정함으로써 제조된다.

이 중공사막 모듈은, 그 제조 공정에 있어서 중공사막 다발을 고정용 수지에 의해 하우징에 고정한 후, 중공사막의 단부가 개구하도록 고정용 수지의 일부를 컷트하는 공정을 생략함으로써, 하우징의 직경을 작게 하는 것이 가능하게 되

어 있다.

또한, 일본 특허 공개 2000-84373호 공보에는, 일본 특허 공개 평10-57775호 공보에 개시되어 있는 중공사막 모듈을 개량한 중공사막 모듈이 제안되어 있다. 도27은 이 중공사막 모듈의 사시도이며, 도28은 도27의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징 부분의 단면도이다.

이 중공사막 모듈(11)은 한 쌍의 하우징(12)과, 복수의 중공사막(13)이 시트형으로 묶이게 된 중공사막 다발(14)과, 하우징(12)의 일단부에 접합된 처리수 출구(16)를 갖는 단부 캡(17)과, 하우징(12)의 타단부에 접합된 처리수 출구가 없는 단부 캡(18)을 구비하여 개략 구성되는 것이다. 상기 중공사막 다발(14)은 하우징(12) 내에 삽입된 상태에서, 또한 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서 고정용 수지(15)에 의해 하우징(12)에 고정되어 있다.

상기 하우징(12)은 그 내부에 형성된 중공 내부로(21)와, 하우징(12)의 표면에 형성된 슬릿형 개구부(22)와, 상기 개구부(22)의 양쪽에, 또한 개구부(22)에 대해 평행하게 하우징 본체(23)와 일체로 설치된 둑(24)과, 상기 둑(24)에 협지된 수지 주입부(25)를 구비하여 구성되는 단면 U자형의 중공 기동형 부재이다.

이 중공사막 모듈(11)은 단면 U자형의 하우징(12)을 채용함으로써, 하우징(12)의 직경이 더 소경화(小逕化)되어, 적 충율을 올릴 수 있다. 그리고 동시에, 하우징(12)의 내압성이 향상되어 있다. 중공사막(13)의 외면에 부착된 고오탁성 수 중의 고체 물질을 역세정할 때에는, 역세정에 의한 수압이 반복하여 하우징(12)에 가해지므로, 하우징(12)의 내압성은, 특히 고오탁성수의 여과 처리를 행하는 경우에 있어서 필요하게 된다.

이러한 중공사막 모듈(11)을 이용하여 고오탁성수의 여과 처리를 행하는 경우, 중공사막(13)의 외면에 부착된 고오탁성 수 중의 고체 물질의 세정 방법으로서는, 상술한 역세정에 의한 방법뿐만 아니라, 예를 들어 산기관 등을 이용한 에어 버블링에 의한 방법도 일반적으로 많이 이용된다. 이와 같이, 중공사막 모듈 유닛을 이용하여 여과 운전을 행할 때에는, 구성하는 중공사막 모듈(11)에 다양한 응력이 발생한다. 특히, 에어 버블링에 의해 발생하는 상승류는 중공사막(13)에 상향의 힘을 미치게 하고, 이 상승류에 실린 중공사막(13)에 인장되는 형태로 하우징(12)에 중공사막축을 향하는 힘이 가해진다. 이와 같이 하여, 에어 버블링에 의해 발생하는 응력에 의한 하우징(12)의 흠은 중공사막(13)의 손상 원인 중 하나가 된다.

또한, 하우징(12)의 흠을 원인으로 하는 중공사막 다발(14)의 느슨함이 발생하고 있었다. 그 결과, 중공사막 모듈 유닛에 있어서, 서로 인접하는 중공사막 모듈(11)의 중공사막 다발(14)끼리의 얹힘이 발생하는 경우가 있었다. 또한, 이 중공사막 다발(14)끼리의 얹힘에 의해, 중공사막 모듈 유닛을 장기간에 걸쳐 사용했을 때에 중공사막 모듈(11)이 파손되거나, 고오탁성수 중의 실부스러기 및 모발 등의 협잡물(夾雜物)의 퇴적이 촉진되거나, 또는 균일한 에어 버블링이 저해되거나 하는 등의 문제가 생기고 있었다.

이와 같이, 하우징(12)의 흠의 대소는 중공사막 모듈(11) 및 상기 모듈을 이용한 중공사막 모듈 유닛의 성능을 크게 좌우한다.

여기서 서술하는 하우징의 흠으로서는, 주로 중공사막 모듈 유닛의 여과 운전 중에 발생하는 중공사막 다발의 길이 방향의 흠과 중공사막 다발의 길이 방향에 대해 직교하는 방향의 흠과의 2 방향의 흠을 들 수 있다. 중공사막 다발의 길이 방향에 대해 직교하는 방향의 하우징의 흠은, 예를 들어 중공사막 모듈을 유닛에 조립했을 때에 하우징 사이가 간극 없이 병렬하도록, 중공사막 모듈에 이용되는 하우징 치수를 미리 설계해 두는 방법이나, 또한 마찬가지로 유닛에 조립할 때에, 중공사막 모듈의 하우징 사이의 간극에 스페이서 등을 삽입하는 방법, 또한 그 밖의 간이한 방법을 이용함으로써 방지하는 것이 가능하다. 그러나, 중공사막 다발의 길이 방향의 하우징의 흠을 억제하여, 중공사막의 얹힘을 방지하는 방법에 대해서는 종래부터 구체적인 제안이 이루어져 있지 않았다.

또한, 이러한 중공사막 모듈(11)에 있어서는 처리수를 집수(集水)하기 위한 하우징(13)에, 상기 하우징(13)의 단부를 밀봉하기 위한 단부 캡(17, 18)을 액체 밀봉식으로 접합시킬 필요가 있었다.

단부 캡(17, 18)의 접합은, 통상 고정용 수지(15)를 하우징(12)의 수지 주입부(25)에 주입하기 전에 실시된다. 이 접합에는, 단부 캡(17, 18) 및 하우징(12)의 재료가 폴리카보네이트, 아크릴 수지, ABS 수지, 염화비닐 수지 등인 경우에는 용제계의 접착제, 혹은 고정용 수지(15)와 동질의 접착용 수지가 이용된다. 이들 접착제 등을 하우징(12) 및 단부 캡(17, 18)이 서로 접촉하는 부분에 도포 시공한 후, 하우징(12)과 단부 캡(17, 18)이 접합된다.

그러나, 전술한 바와 같은 중공사막 모듈(11)에 있어서는 하우징(12)에 외력이 가해졌을 때에, 상세하게는 하우징(12)에 접합된 단부 캡(17, 18)에 반복하여 과대한 외력이 가해졌을 때에, 접착제를 도포 시공한 부분에서의 파괴가 보이는 경우가 있었다. 또한, 단부 캡(17, 18)에 접착제를 도포 시공하는 작업은 용이하지 않으며, 생산 효율의 저하를 보게 된다는 문제가 있었다.

또한, 전술한 하우징(12)에 있어서는 그 성형 상태에 의해 하우징 본체(23) 외면에 설치된 둑부(24) 및 이에 둘러싸인 수지 주입부(25)의 치수에 변동이 있으며, 경우에 따라서는 둑부(24)가 내측으로 기울어진 형태로 되어 있는 경우가 있었다. 또한, 중공사막(13)을 하우징(12) 내에 삽입하여 개구부(22)로 협지하여 중공사막(13)을 고정할 때, 개구부(22)나 중공사막(13)의 치수 변동에 의해, 중공사막(13)의 쓰러짐 등이 발생하는 경우가 있었다. 이들과 같은 경우, 수지 주입부(25)의 용량을 확보할 수 없어, 수지 주입부(25)에 고정용 수지(15)를 주입할 때에, 고정용 수지(15)가 하우징(12) 밖으로 누출되어 버리는 현상이 일어나고 있었다. 또한 그에 의해, 충분한 수지량이 포팅에 사용되지 않아, 고정용 수지(15)가 전체적으로 고루 미치지 않아, 불량품이 되는 경우나 포팅 수지량의 부족에 의해 내압 성능 및 내구성능 등에의 영향도 염려되었다.

따라서, 본 발명의 주된 목적은 중공사막이나 하우징이 손상되는 일이 없는 내구성이 우수한 중공사막 모듈 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.

구체적으로는, 본 발명의 목적은 중공사막 모듈 유닛의 단위 체적당의 중공사막 모듈의 집적율을 높게 할 수 있음에도 불구하고, 에어 버블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨이 적어, 중공사막의 얹힘을 발생시키는 일이 없는 중공사막 모듈 및 이를 이용한 중공사막 모듈 유닛을 제공하는 데 있다.

또한, 본 발명의 목적은 하우징과 단부 캡과의 접합 부분의 기계적 강도가 우수한 중공사막 모듈 및 이러한 중공사막 모듈을 용이하게, 또한 생산 효율적으로 제조할 수 있는 중공사막 모듈의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

또한, 본 발명의 목적은 양호하게 수지 주입할 수 있고 또한, 수지 주입 용적을 늘려 보다 확실하게 중공사막을 수지 고정할 수 있는 동시에 내압 성능을 향상시킬 수 있는 하우징 및 이를 이용한 중공사막 모듈을 제공하는 데 있다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명의 제1 태양인 중공사막 모듈은, 복수의 중공사막을 시트형으로 묶은 중공사막 다발의 양단부가 중공사막의 개구단부의 개구 상태를 유지하면서, 각각 다른 2개의 하우징에 고정용 수지로 고정되어 이루어지는 중공사막 평형 모듈이며, 상기 하우징의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 상기 중공사막의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)이 25  $\text{mm}$  이하이며, 하기 휨량 측정 방법에 의해 측정된 상기 하우징의 최대 휨량이 2개의 하우징간 거리의 1 % 이하인 것이다. 이러한 중공사막 모듈은, 중공사막 모듈 유닛의 단위 체적당의 중공사막 모듈의 집적율을 높일 수 있음에도 불구하고, 에어 버블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨이 적어 중공사막의 얹힘을 억제하여, 중공사막이 파손되는 일이 없다.

#### <휨량 측정 방법>

측정 대상 하우징의 양단부를 중공사막이 하방이 되도록 지지하고,

다른 한 쪽의 하우징을, 그 질량이 측정 대상 하우징에 걸리지 않도록 지지하고,

측정 대상 하우징의 일단부로부터 타단부까지 5  $\text{cm}$  간격으로 0.05 kg의 추를 달고,

측정 대상 하우징의 상면에 직정규를 대고,

측정 대상 하우징의 상면과 직정규 사이의 거리를 측정하고, 상기 거리의 최대치를 최대 휨량으로 한다.

또한, 이 중공사막 모듈에 있어서는 상기 하우징은, 고정용 수지가 주입되는 수지 주입부, 중공사막 다발의 단부가 삽입되는 개구부, 중공사막과 연통하는 내부로 및 하우징의 강도를 보강하는 보강 리브부를 갖는 것이 바람직하다. 하우징이 하우징의 강도를 보강하는 보강 리브부를 구비하고 있으면, 하우징의 휨을 더욱 억제할 수 있다.

또한, 상기 하우징의 단면 형상은 대개 H형인 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈은 제조할 때의 취급성이 양호해지며, 중공사막 모듈 유닛에 있어서의 중공사막 모듈의 집적율을 높게 설계하는 것이 가능해져, 하우징의 휨 강도가 더욱 향상된다.

또한, 상기 하우징은 중공사막 모듈을 지지하는 외부 지지 부재를 계지하기 위한 계지 수단을 갖는 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈에 있어서는, 외부의 지지 부재가 하우징을 지지 및 보강하게 되어, 하우징의 휨량을 미소하게 하는 것이 가능해진다.

또한, 상기 하우징의 측면에는 2조의 보강 리브부에 협지된 오목부가 형성되고, 상기 보강 리브부의 오목부측에는 상기 계지 수단으로서, 하우징의 길이 방향으로 서로 대향하면서 연장되는 2조의 볼록조가 형성되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈에 있어서는 외부 지지 부재의 하우징에의 계지를 확실하게 행할 수 있는 동시에, 외부 지지 부재의 탈착이 용이해진다.

또한, 본 발명의 중공사막 모듈 유닛은 제1 태양의 중공사막 모듈이 대략 평행하게 복수 배열된 중공사막 모듈 유닛이며, 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a)과, 그에 인접하는 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a')과의 간격(C)이 25  $\text{mm}$  이하인 것을 특징으로 한다. 이러한 중공사막 모듈 유닛은 그 단위 체적당의 집적율을 높게 할 수 있는 동시에, 에어 베블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨을 최소한으로 하는 것이 가능해져, 장기간에 걸친 사용 후에서의 중공사막 모듈의 절손을 방지하는 것이 가능해진다.

본 발명의 막 모듈용 하우징은, 길이 방향에 따른 슬릿형 개구부가 형성된 중공 기동형의 막 모듈용 하우징에 있어서, 중공부를 협지한 개구부의 반대측에는 길이 방향에 따른 2조의 볼록조부가 형성되고, 하우징의 측방으로부터 볼록조부에 압력을 가함으로써 개구부가 폭 확장 가능하게 되어 있는 것을 특징으로 한다. 이러한 막 모듈용 하우징을 이용함으로써, 막 모듈의 생산성을 향상시킬 수 있다.

또한, 이 막 모듈용 하우징에 있어서는 2조의 볼록조부가 평행하게 형성되고, 하우징 본체의 측면과 볼록조부의 측면이 동일 평면으로 되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 하우징을 이용함으로써, 막 모듈을 유닛화했을 때의 집적율을 높게 할 수 있다.

본 발명의 제2 태양인 막 모듈은, 상술한 막 모듈용 하우징과, 여과막을 구비하고, 상기 여과막 중 적어도 한 쪽 단부가 상기 하우징의 개구부로부터 삽입된 상태에서, 또한 여과막의 개구단부의 개구 상태를 유지하면서 고정용 수지로 상기 하우징에 고정되어 있는 것을 특징으로 한다. 이러한 막 모듈은, 여과막의 파손이나 찌부러짐이 거의 없어 불량 품의 발생이 매우 적다.

또한, 본 발명의 제2 태양의 막 모듈의 제조 방법은, 상술한 막 모듈용 하우징의 측방으로부터 볼록조부에 압력을 가하여 개구부를 폭 확장한 후, 상기 개구부로부터 여과막의 단부를 삽입하고, 여과막 단부의 개구 상태를 유지하면서 고정용 수지에 의해 여과막을 상기 하우징에 고정하는 것을 특징으로 한다. 이러한 제조 방법에 따르면, 여과막의 파손이나 찌부러짐이 거의 없는 막 모듈을 생산성 좋게 제조할 수 있다.

본 발명의 제3 태양인 중공사막 모듈은, 복수의 중공사막을 시트형으로 묶은 중공사막이 중공사막의 개구 상태를 유지하면서, 하우징에 고정용 수지로 고정되어 이루어지는 중공사막 모듈이며, 상기 하우징이 중공사막 다발의 단부를 하우징 내부에 삽입하기 위한 슬릿형 개구부와, 상기 개구부의 양쪽에, 또한 개구부에 대해 평행하게 설치된 둑을 갖고, 상기 둑이 둑 본체와 상기 둑 본체의 선단부로부터 외측으로 굴곡된 굴곡부를 갖는 것을 특징으로 한다. 이러한 중공사막 모듈은, 하우징의 치수 정밀도나 중공사의 쓰러짐 등의 영향에 의한 포팅 불량을 거의 없앨 수 있다. 게다가, 고정용 수지의 두께가 균일하므로, 내압성이 우수하다.

또한, 이 중공사막 모듈에 있어서의 둑 본체의 높이는 둑 전체 높이의 10 내지 90 %로 되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈은 고정용 수지의 두께를 확보할 수 있어, 중공사막 모듈의 내압성을 유지할 수 있다.

또한, 이 중공사막 모듈에 있어서는 한 쪽 둑의 선단부와 다른 쪽 둑의 선단부의 간격과, 한 쪽 둑의 기단부와 다른 쪽 둑의 기단부와의 간격의 비가, 10 : 9 내지 2 : 1인 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈에 있어서는, 수지 주입부에 고정용 수지를 주입하기 쉬워지고, 또한 고정에 필요한 수지량을 억제할 수 있다.

또한, 이 중공사막 모듈에 있어서의 개구부의 두께는, 0.1 내지 20  $\text{mm}$ 인 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈은 중공사막을 확실히 파지할 수 있고, 유효막 면적을 확보할 수 있어, 내압 성능을 유지할 수 있다.

본 발명의 제4 태양인 중공사막 모듈은, 중공사막으로부터의 처리수의 통로가 되는 내부로가 형성된 하우징의 적어도 일단부에 단부 캡이 액체 밀봉식으로 접합되고, 또한 상기 중공사막의 적어도 한 쪽 단부가 하우징에 고정용 수지로 이루어지는 고정 부재로 액체 밀봉식으로 고정된 중공사막 모듈이며, 상기 고정 부재가 상기 중공사막을 하우징에 고정하는 동시에, 상기 단부 캡을 하우징에 고정하고 있는 것을 특징으로 한다. 이러한 중공사막 모듈은, 하우징과 단부 캡과의 접합 부분의 기계적 강도가 우수하다.

또한, 이 중공사막 모듈에 있어서의 단부 캡은, 상기 하우징의 내부로에 삽입되는 소(소(小)덮개부와, 하우징의 단부 면에 접하는 대(大)덮개부와, 소덮개부와 대덮개부를 연결하여, 하우징의 길이 방향에 직교하는 단면의 단면적이 소덮개부보다도 작아진 연결부를 갖고, 상기 고정 부재가 단부 캡의 연결부의 외주벽과, 하우징의 내주벽 사이에 형성된 수지 주입 공간에 충전되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 중공사막 모듈에 있어서는, 단부 캡의 하우징으로부터의 빠짐이 방지되어, 단부 캡이 하우징에 확실하게 고정된다.

또한, 본 발명의 제4 태양의 중공사막 모듈의 제조 방법은, 중공사막의 개구단부를 하우징의 측벽에 형성된 개구부로부터 하우징 내에 수납하고, 하우징의 단부에 단부 캡을 부착하고, 개구부 주위에 형성된 수지 주입부에 액형의 고정용 수지를 주입하여 하우징에 중공사막을 고정하는 동시에, 하우징과 단부 캡 사이에 형성된 수지 주입 공간에 고정용 수지를 주입하여 하우징에 단부 캡을 고정하는 것을 특징으로 한다. 이러한 중공사막 모듈의 제조 방법에 따르면, 하우징과 단부 캡과의 접합 부분의 기계적 강도가 우수한 중공사막 모듈을 용이하게, 또한 생산 효율적으로 제조할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 중공사막 모듈의 일예를 도시한 사시도이다.

도2는 도1의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징 부분의 단면도이다.

도3은 하우징의 힘량 측정 방법을 설명하기 위한 사시도이다.

도4는 본 발명의 중공사막 모듈의 다른 예를 도시한 하우징 부분의 단면도이다.

도5는 본 발명의 중공사막 모듈 유닛의 일예를 도시한 사시도이다.

도6은 도5의 중공사막 모듈 유닛에 이용되는 접수 헤더를 도시한 사시도이다.

도7은 본 발명의 막 모듈용 하우징의 일예를 도시한 사시도이다.

도8은 본 발명의 중공사막 모듈의 다른 예를 도시한 사시도이다.

도9는 도8의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징 부분의 단면도이다.

도10은 도8의 중공사막 모듈에 이용되는 하우징의 사시도이다.

도11은 본 발명의 중공사막 모듈의 다른 예를 도시한 사시도이다.

도12는 도11의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징의 단면도이다.

도13은 도12의 XIII - XIII 단면도이다.

도14는 도12의 XIV - XIV 단면도이다.

도15는 도11의 중공사막 모듈에 이용되는 하우징의 사시도이다.

도16은 도11의 중공사막 모듈에 이용되는 단부 캡을 도시한 측면도이다.

도17은 도11의 중공사막 모듈에 이용되는 단부 캡을 도시한 정면도이다.

도18은 도11의 중공사막 모듈에 이용되는 단부 캡의 다른 예를 도시한 측면도이다.

도19는 도11의 중공사막 모듈에 이용되는 단부 캡의 다른 예를 도시한 정면도이다.

도20은 본 발명의 중공사막 모듈의 다른 예를 도시한 사시도이다.

도21은 도11의 중공사막 모듈의 제조 방법을 설명한 단면도이다.

도22는 도21의 XXII - XXII 단면도이다.

도23은 도11의 중공사막 모듈의 제조 방법을 설명한 단면도이다.

도24는 도23의 XXIV - XXIV 단면도이다.

도25는 도11의 중공사막 모듈의 제조 방법을 설명한 단면도이다.

도26은 도25의 XXVI - XXVI 단면도이다.

도27은 종래의 중공사막 모듈의 일예를 도시한 사시도이다.

도28은 도27의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징 부분의 단면도이다.

### 실시예

이하, 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

#### <제1 태양의 중공사막 모듈>

도1은 본 발명의 중공사막 모듈의 일예를 도시한 사시도이며, 도2는 도1의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징 부분의 단면도이다.

이 중공사막 모듈(31)은 한 쌍의 하우징(32)과, 복수의 중공사막(13)이 시트형으로 묶이게 된 중공사막 다발(14)과, 하우징(32)의 일단부에 접합된 처리수 출구(36)를 갖는 단부 캡(37)과, 하우징(32)의 타단부에 접합된 처리수 출구가 없는 단부 캡(38)을 구비하여 개략 구성되는 것이다. 여기서, 중공사막 다발(14)은 하우징(32) 내에 삽입된 상태에서, 또한 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서 고정용 수지(35)에 의해 하우징(32)에 고정되어 있다.

하우징(32)은 그 내부에 형성된 중공의 내부로(41)와, 하우징 본체(43)의 표면에 길이 방향에 따라서 형성된 슬릿형 개구부(42)와, 상기 개구부(42)의 양쪽에, 또한 개구부(42)에 대해 평행하게 하우징 본체(43)와 일체로 설치된 둑(44)과, 상기 둑(44)에 협지된 수지 주입부(45)와, 내부로(41)를 협지한 개구부(42)의 반대측에, 길이 방향에 따라서 하우징 본체(43)와 일체로 형성된 2조의 보강 리브부(46)를 구비하여 구성되는 단면 개략 H자형의 중공 기둥형 부재이다. 여기서, 둑(44)은 서로 평행해지도록, 또한 둑(44)의 측면(47)과 하우징 본체(43)의 측면(48)이 동일 평면이 되도록 형성되어 있다. 또한, 보강 리브부(46)는 서로 평행해지도록, 또한 하우징 본체(43)의 측면(48)과 보강 리브부(46)의 측면(49)이 동일 평면이 되도록 형성되어 있다.

본 발명에 있어서, 하우징(32)의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의, 중공사막(13)의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)은, 25 mm 이하인 것이 필요하다. 중공사막 모듈(31)의 하우징(32)간 거리를 적정 범위 내로 일정하게 유지하고, 하우징(32)의 최대 폭(A)을 25 mm 이하로 함으로써, 복수의 중공사막 모듈(31)을 배열 및 집적하여 유닛화 했을 때에, 중공사막 모듈(31)의 집적율을 높게 할 수 있다. 최대 폭(A)은 20 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 15 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다.

또한, 중공사막 모듈 유닛을 콤팩트하게 설계 가능하게 하기 위해, 하우징(32)의 길이 방향에 대한 수직 단면의 단면적은 5 cm<sup>2</sup> 이하인 것이 바람직하고, 4.5 cm<sup>2</sup> 이하인 것이 보다 바람직하다. 도2에 도시된 하우징(32)의 경우의 단면적은 하우징(32)의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 중공사막(13)의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)과 중공사막(13)의 길이 방향의 최대 폭(B)과의 곱의 값이다. 여기서, 하우징(32)의 단면적에는 하우징(32) 자체의 단면적에다가, 하우징(32) 내의 중공사막 다발(13), 고정용 수지(35)가 주입되는 수지 주입부(45), 내부로(41) 및 보강 리브부(46)에 협지된 오목부(50)의 단면적이 포함된다.

또한, 본 발명에 있어서 하우징(32)의 최대 휨량은, 2개의 하우징(32)간 거리의 1 % 이하일 필요가 있다. 하우징(32)의 최대 휨량이 2개의 하우징간 거리의 1 % 이하로 함으로써, 중공사막 모듈(31)에 의해 구성되는 중공사막 모듈 유닛을 이용한 고오탁성수의 여과 처리에 있어서의, 예를 들어 산기관 등을 이용한 에어 버블링 등의 영향에 의한 중공사막(13)의 길이 방향으로의 하우징(32)의 휨을 억제할 수 있다. 이에 의해, 중공사막(13)의 느슨함을 억제하는 것을 가능하게 하고, 이에 의해 서로 인접하는 중공사막 모듈(31)의 중공사막(13) 끼리의 얹힘을 회피할 수 있다.

여기서, 하우징(2)의 최대 휨량은, 하기의 휨량 측정 방법에 의해 측정된다.

#### <휨량 측정 방법>

우선, 도3에 도시한 바와 같이 측정 대상 하우징(32)의 양단부를 중공사막 다발(14)이 하방이 되도록 지지 막대(51, 51')로 지지하는 동시에, 다른 한 쪽의 하우징(32')을 그 질량이 측정 대상 하우징(32)에 걸리지 않도록 다이 시트(52) 상에 둔다. 계속해서, 측정 대상 하우징(32)의 일단부로부터 타단부까지 5 cm 간격으로 0.05 kg의 추(53, 53, ...)를

매단다. 그리고, 측정 대상 하우징(32)의 상면에 직정규(54)를 대어, 측정 대상 하우징(32)의 상면과 직정규(54) 사이의 거리를 측정하여, 상기 거리의 최대치를 최대 휨량으로 한다.

또한, 2개의 하우징간 거리라 함은, 중공사막 다발(14)을 구부리지 않도록 하여 2개의 하우징(32)을 배치했을 때에, 이들 하우징(32)을 취할 수 있는 최대 간격인 것이며, 환연하면 2개의 하우징(32) 사이에 있는 중공사막 다발(14)의 길이이다.

개구부(42)는 중공사막 다발(14)의 단부를 내부로(41)에 삽입하기 위한 삽입구가 되는 슬릿형 구멍이다. 하우징(32)에 설치된 개구부(42)의 슬릿 폭은, 하우징(32)의 외측으로부터 중공사막 다발(14)을 삽입할 수 있고, 또한 중공사막(13)이 찌부러지지 않을 정도의 압착력으로 중공사막(13)을 보유 지지할 수 있는 폭인 것이 바람직하다. 개구부(42)의 가장 적절한 슬릿 폭은 사용되는 중공사막(13)의 외경에 따라 다르며, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 0.3 내지 5  $\text{mm}$ 의 범위 내가 바람직하다.

둑(44)은 고정용 수지(35)의 늘어뜨림을 방지하기 위한 것이다. 둑(44)의 높이는, 주입되는 고정용 수지(35)가 중공사막 모듈(31)에 요구되는 내압성 및 중공사막 다발(14)의 고정 부분의 안정성을 만족할 수 있을 정도의 두께를 형성할 수 있으면 좋으며, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 1 내지 20  $\text{mm}$ 의 범위 내가 바람직하고, 1 내지 15  $\text{mm}$ 의 범위 내가 보다 바람직하다.

보강 리브부(46)는, 전술한 하우징(32)의 최대 휨량을 중공사막 모듈(31)의 2개의 하우징(32)간 거리의 1 % 이하로 하기 위해, 임의로 하우징(32)의 강도를 설계 가능하게 하는 것이다. 그 형상에 대해서는, 도시한 예의 형상에 한정되는 것은 아니며, 하우징(32)의 휨 강도를 향상시키는 구조이면 어떠한 형상도 채용 가능하다.

하우징(32)의 길이 방향의 길이는, 최대 휨량이 상술한 조건을 만족하는 범위 내에서 적절하게 결정된다. 중공사막 모듈(31)의 접적율을 높이기 위해서는, 500  $\text{mm}$  이상인 것이 바람직하고, 1000  $\text{mm}$  이상인 것이 보다 바람직하다.

단, 하우징(32)의 길이 방향의 길이가 2000  $\text{mm}$  이상이 된 경우는, 최대 휨량을 상술한 조건의 범위 내로 하는 것이 현저하게 곤란해지는 경우가 있다. 이 경우에는, 도4에 도시한 바와 같이 단면 T자형의 외부 지지 부재(54)를 계지하기 위한 2조의 볼록조로 이루어지는 계지부(55)를, 오목부(50)에 면한 보강 리브부(46)의 내벽면에 하우징(32)의 길이 방향에 따라서 설치할 수 있다. 이러한 계지부(55)를 설치함으로써, 외부 지지 부재(54)가 하우징(32)을 지지 및 보강하게 되어, 하우징(32)의 휨량을 미소하게 하는 것이 가능해진다. 여기서, 외부 지지 부재(54)는 중공사막 모듈 유닛이 설치되는 수조, 중공사막 모듈 유닛을 둘러싸는 프레임 등(도시 생략)에 고정되어 있는 것이다.

계지부(55)는 중공사막 모듈 유닛을 구성하는 중공사막 모듈(31)을, 상기 유닛 이외의 고정 부위에 의해 지지하게 되는 기능을 갖고 있으면 좋고, 그 형상 및 치수 등은 특별히 한정되는 것은 아니다. 도4에 도시한 바와 같이 계지부(55)의 형상을 외부 지지 부재(54)를 협지하도록 하우징(32)의 길이 방향에 서로 대향하면서 연장되는 2조의 볼록조로 함으로써, 단면 T자형의 외부 지지 부재(54)와 하우징(32)과의 접속을 확실하게 행할 수 있는 동시에, 외부 지지 부재(54)로부터의 하우징(32)의 탈착이 용이해진다. 또한, 계지부(55)의 고정 방법으로서는 볼트와 너트를 이용하여 계지부(55)를 하우징(32)의 보강 리브부(46)에 체결 고정하는 방법 및 접착이나 용착에 의해 계지부(55)를 하우징(2)의 보강 리브부(46)에 고정하는 방법 등을 들 수 있다.

하우징(32)의 재질로서는, 기계적 강도 및 내구성을 갖는 것이면 좋고, 예를 들어 폴리카보네이트, 폴리슬론, 폴리올레핀, PVC(폴리염화비닐), 아크릴 수지, ABS 수지, 변성 PPE(폴리페닐렌에테르) 등을 이용할 수 있다. 사용 후에 소각 처리가 필요한 경우에는, 연소에 의해 유독 가스를 발생시키지 않고, 완전 연소시킬 수 있는 폴리올레핀 등의 탄화수소계의 수지를 재질로 하는 것이 바람직하다.

또, 본 발명의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징은 고정용 수지가 주입되는 수지 주입부, 중공사막 다발의 단부가 삽입되는 개구부 및 중공사막과 연통하는 내부로를 구성 요소로 하고, 또한 요구되는 특성을 만족하는 것이면, 도시한 예에 한정되는 것은 아니다. 또한, 하우징이 충분한 휨 강도를 갖고 있으면, 반드시 보강 리브부를 설치할 필요는 없다.

또한, 하우징의 단면 형상도 또한, 도시예의 H형에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 원통형, 다각형, U자형 등을 채용할 수 있다. 단, 중공사막 다발(14)이 하우징(32)의 개구부(42)에 의해 협지됨으로써, 중공사막 모듈(31)을 제조할 때의 취급성이 양호해지는 점과, 중공사막 모듈 유닛에 있어서의 중공사막 모듈(31)의 접적율을 높게 설계하는 것이 가능해지는 점과, 보강 리브부(46)를 가짐으로써 하우징(32)의 휨 강도가 향상되는 점 등으로부터, 도시예와 같이 하우징의 단면 형상은 대개 H형인 것이 바람직하다.

이상 서술한 바와 같이, 중공사막 모듈(31)로 구성되는 중공사막 모듈 유닛을 이용하는 경우, 전술한 바와 같은 하우징(32)을 이용함으로써 중공사막 모듈을 제조할 때의 취급성이 양호해지는 동시에, 중공사막 모듈(31)의 접적율을 높

게 설계하는 것이 가능해진다.

중공사막(13)으로서는 여러 가지의 것을 사용할 수 있고, 예를 들어 셀룰로오스계, 폴리올레핀계, 폴리비닐알코올계, PMMA(폴리메타크릴산메틸)계, 폴리슬론계, PVDF(폴리불화비닐리덴)나 PTFE(폴리4불화에틸렌) 등의 불소계 등, 각종 재료로 이루어지는 중공사막을 사용할 수 있다. 그 중에서도, 폴리에틸렌 등의 강신도(强伸度)가 높은 재질로 이루어지는 중공사막을 이용하는 것이 바람직하다.

또, 여과막으로서 사용 가능한 중공사막이면, 그 구멍 직경, 공공율(空孔率), 막 두께, 외경 등은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들어 그 외경은 20 내지 2000  $\mu\text{m}$ , 구멍 직경은 0.001 내지 1  $\mu\text{m}$ , 공경율(空徑率)은 20 내지 90 %, 막 두께는 5 내지 300  $\mu\text{m}$ 의 범위가 된다.

중공사막 다발(14)로서는, 중공사막(13)을 단순히 배치한 것이라도 좋지만, 중공사막(13)을 위사로서 이용하여 편물자로 한 것, 또는 이 편물자를 수매 적층하여 적층체로 한 것이 중공사막 모듈(31)의 가공성의 면으로부터 적합하다. 여기서 말하는 편물자를 복수매 적층한 중공사막 다발에는, 편물자를 절단하지 않고 적당한 길이로 절첩하여 결친 것도 포함된다. 편물자의 적층(절첩) 매수는 편물자의 두께, 즉 중공사막(13)의 굵기나 편물자를 편성할 때의 중공사막(13)의 합사 개수에 의해서도 변화하지만, 통상은 5매 정도까지가 좋다.

고정용 수지(35)로서는, 예를 들어 에폭시 수지, 불포화폴리에스테르 수지, 폴리우레탄 수지, 실리콘계 충전재, 각종 핫멜트 수지 등을 이용할 수 있어, 적절하게 선정하는 것이 가능하다. 또한, 고화 전의 고정용 수지(35)의 점도도 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 500 내지 5000 mPa · s, 보다 바람직하게는 2000 내지 3000 mPa · s의 범위이다. 고화전의 고정용 수지(35)의 점도가 500 mPa · s 이상이면, 고정용 수지(35)가 중공사막(13)의 개구단부(19)까지 유동하기 어렵고, 상기 개구단부(19)를 폐색하는 일이 없다. 또한, 고화전의 고정용 수지(35)의 점도가 5000 mPa · s 이하이면, 고정용 수지(35)가 복수의 중공사막(13) 사이에 함침하기 쉬워진다.

고정용 수지(35)는 폭이 좁은 개구부(42)와, 폭이 넓은 수지 주입부(45)에 있어서 고화됨으로써, 그 단면은 요(凹)자형으로 되어 있다. 고정용 수지(35)의 단면을 철(凸)자형으로 함으로써, 중공사막(13)이 하우징(32)에 접촉함에 따른 외부 손상의 발생을 방지하는 것이 가능해진다.

내부로(41)는 고정용 수지(35)에 의해 중공사막 다발(14)이 하우징(32)에 고정되었을 때에, 충분한 통수를 가능하게 하는 구조인 것이 바람직하다. 또한, 용도에 따라 요구되는 반복 내압성 등의 기계 특성을 만족하는 구조인 것이 바람직하다.

이상 설명한 바와 같은 중공사막 모듈(31)에 있어서는, 하우징(32)의 최대 휨량이 2개의 하우징간 거리의 1 % 이하 이므로, 하우징(32)의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 중공사막(13)의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)을 25  $\text{mm}$  이하로 하여, 중공사막 모듈 유닛의 단위 체적당의 중공사막 모듈의 집적율을 높일 수 있음에도 불구하고, 에어 버블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨이 적어, 중공사막의 얹힘을 발생시키는 일이 없다.

다음에, 중공사막 모듈(31)의 제조 방법에 대해 설명한다.

우선, 중공사막 다발(14)을 구성하고 있는 각 중공사막(13)의 단부를 미리 컷트하여 개구시켜 둔다.

다음에, 중공사막(13)의 개구단부(19)가 컷트된 중공사막 다발(14)의 단부를, 하우징(32)의 개구부(42)에 중공사막(13)의 개구단부(19)가 하우징(32)의 내부로(41)에 위치하도록 삽입한다. 여기서, 개구부(42)의 슬릿 폭이 좁아 중공사막 다발(14)이 삽입되기 어려운 경우에는, 후술하는 바와 같이 삽입시에 개구부(42)를 넓히는 수단을 병용해도 좋다.

중공사막 다발(14)의 단부를 하우징(32) 내에 수납한 후, 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서, 액형 고정용 수지(35)를 하우징(32)의 외측으로부터 수지 주입부(45) 및 개구부(42)에 충전하고, 이를 고화시켜 중공사막 다발(14)을 하우징(32)에 고정하여, 중공사막 모듈(31)을 얻는다.

고정용 수지(35)를 수지 주입부(45) 및 개구부(42)에 주입할 때, 고정용 수지(35)가 중공사막 다발(14)을 구성하는 복수의 중공사막(13) 사이에 충분히 고루 미치도록 중공사막 다발(14)에 에어 등을 송풍하고, 중공사막 다발(14)을 개설하는 방법을 이용하는 것이 바람직하다. 또, 중공사막 다발(14)을 개설시키는 방법은 이에 한정되는 것이 아니며, 그 밖의 방법을 적절하게 이용하는 것이 가능하다.

또한, 상기 고정용 수지(35)의 주입량은 하우징(32)의 형상에 따라 적절하게 결정되고, 둑(44)에 의해 저지하게 되는 범위 내에서 주입되는 것이 바람직하다.

또, 여기서 예시한 중공사막 모듈(31)의 제조 방법에서는 미리 중공사막(13)의 단부를 컷트하여 개구하고, 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서 고정용 수지(35)를 주입하고 있지만, 본 발명의 중공사막 모듈의 제조 방법은 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 중공사막(13)의 단부를 미리 컷트하고 있지 않은 중공사막 다발(14)의 단부를 하우징(32) 내에 삽입하고, 중공사막(13)의 단부를 모두 덮도록 하우징(32)의 내부로(41)까지 고정용 수지(35)를 주입 및 고화하여 내부로(41) 내의 고정용 수지(35)를 중공사막(13)의 단부와 함께 컷트하여, 중공사막(13) 단부를 개구시키는 방법 등을 들 수 있다.

도5는 본 발명의 중공사막 모듈 유닛의 일예를 도시한 것이다. 중공사막 모듈 유닛(60)은, 상술한 중공사막 모듈(31)을 복수개 배치하고, 이를 하우징(32)이 집수 헤더(61)에 의해 연속 접촉됨으로써 일체화하여 이루어지는 것이다.

도6은 상기 중공사막 모듈 유닛(60)의 집수 헤더(61)의 일예를 도시한 것이다. 집수 헤더(61)는 단부 캡(37)의 처리 수 출구(36)에 연통시키기 위한 복수의 연속 설치 구멍(62)을 갖고, 그 내부에 여과액을 통과시키는 집수로(63)를 갖는 통형인 것이며, 그 연속 설치 구멍(62)에 있어서 복수개의 중공사막 모듈(31, 31, ...)에 연속 접촉하는 동시에, 그들을 고정 일체화하고 있다. 또한, 상기 집수로(63)는 집수 헤더(61)의 외부에 연락하고, 흡수 펌프(도시 생략)와 접속하고 있다. 또, 집수 헤더(61) 형상으로서는 중공사막 모듈(31)을 복수개 통합하여 간이하게 접속하고, 고정할 수 있는 매니폴드 타입인 것이 바람직하지만, 중공사막 모듈(31, 31, ...)로부터 여과액을 취출할 수 있는 구조이면 특별히 한정되지 않는다.

또한, 도5에 도시한 중공사막 모듈 유닛(60)은 각 중공사막 모듈(31, 31, ...)의 하우징(32)의 한 쪽 단부를 집수 헤더(61)에 의해 일체화한 것이지만, 하우징(32)의 양단부를 집수 헤더(61)에 의해 고정하는 것이라도 좋다.

중공사막 모듈 유닛(60)에 있어서의 중공사막 모듈(31)의 하우징(32) 폭 방향의 중심(a)과, 이에 인접하는 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a')과의 간격(C)은 고집적율을 달성하기 위해, 25  $\text{mm}$  이하가 바람직하고, 20  $\text{mm}$  이하가 보다 바람직하고, 15  $\text{mm}$  이하가 더욱 바람직하다. 또한, 모든 인접하는 중공사막 모듈(31)의 간격(C)은 균등한 에어 버블링의 효과를 발휘하기 위해, 동일한 것이 바람직하다.

중공사막 모듈 유닛(60)에 있어서는 그 용도, 설치 공간, 여과 능력 등에 따라서, 적절하게 중공사막(13)의 종류, 중공사막 모듈(31)의 수, 중공사막 모듈(31)의 치수, 중공사막 모듈 유닛(60)의 치수, 중공사막의 세정 방법 등을 선택하는 것이 가능하다.

이러한 중공사막 모듈 유닛(60)에 있어서는, 상술한 중공사막 모듈(31)을 복수개 배치하여, 집수 헤더(61)에 의해 적층 및 일체화시킨 것이므로, 집적율을 높게 설계할 수 있는 동시에, 간편하게 중공사막 모듈의 교환을 행할 수 있다.

## <제2 태양의 막 모듈>

도7은 본 발명의 제2 태양의 막 모듈에 이용되는 막 모듈용 하우징 도면이다. 하우징(32)은 그 내부에 형성된 중공 내부로(41)(중공부)와, 하우징 본체(43)의 표면에 길이 방향에 따라서 형성된 슬릿형 개구부(42)와, 상기 개구부(42)의 양쪽에, 또한 개구부(42)에 대해 평행하게 하우징 본체(43)와 일체로 설치된 둑(44)과, 상기 둑(44)에 협지된 수지 주입부(45)와, 내부로(41)를 협지한 개구부(42)의 반대측에 길이 방향에 따라서 하우징 본체(43)와 일체로 형성된 2 조의 보강 리브부(46)(볼록조부)를 구비하여 구성되는 단면 개략 H자형의 중공 기둥형 부재이다. 여기서, 둑(44)은 서로 평행해지도록, 또한 둑(44)의 측면(47)과 하우징 본체(43)의 측면(48)이 동일 평면이 되도록 형성되어 있다. 또한, 보강 리브부(46)는 서로 평행해지도록, 또한 하우징 본체(43)의 측면(48)과 보강 리브부(46)의 측면(49)이 동일 평면이 되도록 형성되어 있다.

이 하우징(32)에 있어서는, 개구부(42)는 하우징(32)의 측방으로부터 보강 리브부(46)에 압력을 가함으로써, 압력이 가해진 보강 리브부(46)의 측면이 역점(64)이 되며, 또한 내부로(41)를 협지하여 개구부(42)의 반대측에 있는 하우징 본체(43)의 벽면 중앙 부근이 지지점(65)이 됨으로써, 폭 확장 가능하게 되어 있다.

보강 리브부(16)의 높이는, 특별히 한정되지 않지만, 하우징(32)에 상술한 바와 같이 개구부(32)의 폭 확장 작용을 발휘시키기 위해서는, 바람직하게는 5  $\text{mm}$  이상이며, 보다 바람직하게는 10 내지 100  $\text{mm}$ 의 범위이다. 보강 리브부(46)의 높이가 5  $\text{mm}$  미만에서는 개구부(32)를 폭 확장시킬 때에 상당히 높은 압력이 필요하게 되므로 바람직하지 않고, 보강 리브부(46)의 높이가 100  $\text{mm}$ 를 넘으면, 막 모듈을 유닛화했을 때에 하우징(32)의 설치 공간이 필요 이상으로 확대되어, 그 만큼 막 면적이 감소되어 버리므로 바람직하지 못하다.

지지점(65)이 되는 하우징 본체(43)의 벽면의 두께는, 보강 리브부(46)에 압력을 가했을 때에, 상기 하우징 본체(43)의 벽면을 지지점(65)으로 하여 개구부(42)의 폭 확장이 가능하고, 또한 막 모듈에 요구되는 내압성을 만족할 수 있을 정도의 범위 내이면 좋고, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 0.5 내지 10  $\text{mm}$ 의 범위 내가 된다.

둑(44)의 높이는, 주입되는 고정용 수지(35)가 막 모듈에 요구되는 내압성 및 여과막 고정부의 안정성을 만족할 수 있을 정도의 두께를 형성할 수 있으면 좋고, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 1 내지 50  $\text{mm}$ 의 범위 내가 된다.

개구부(42)의 슬릿 폭은, 하우징(32)의 외측으로부터 여과막을 삽입할 수 있고, 또한 여과막이 찌부러지지 않을 정도의 압착력으로 여과막을 보유 지지할 수 있는 폭인 것이 바람직하다. 개구부(42)의 가장 적절한 슬릿 폭은, 당연히 사용되는 여과막에 따라 달라 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 0.3 내지 5  $\text{mm}$ 의 범위 내가 된다.

하우징(32)의 사이즈에 대해서는, 고정하는 여과막의 사이즈나 막 모듈의 용도 등에 따라 적절하게 조정된다.

본 발명의 제2 태양의 막 모듈은, 상술한 하우징(32)의 측방으로부터 보강 리브부(46)에 압력을 가하여 개구부(42)를 폭 확장한 후, 상기 개구부(42)로부터 여과막의 단부를 삽입하고, 여과막 단부의 개구 상태를 유지하면서 고정용 수지(35)에 의해 여과막을 하우징(32)에 고정함으로써 제조된다. 이러한 제조 방법에 따르면, 개구부(42)를 폭 확장한 상태에서 여과막을 삽입하기 때문에, 여과막이 손상되는 일이 없고, 여과막의 파손이나 찌부러짐이 거의 없는 막 모듈을 생산 성 좋게 제조할 수 있다.

여기서, 여과막으로서는 중공사막 다발(14)을 이용할 수 있다. 또한, 여과막으로서는 중공사막 다발 이외라도 시트형의 형태를 갖는 것이면 사용 가능하고, 예를 들어 단일 또는 복수매를 적층한 평막을 이용할 수 있다.

### <제3 태양의 중공사막 모듈>

도8은 본 발명의 중공사막 모듈의 일예를 도시한 사시도이며, 도9는 도8의 중공사막 모듈에 있어서의 하우징 부분의 단면도이다.

이 중공사막 모듈(71)은 한 쌍의 하우징(72)과 복수의 중공사막(13)이 시트형으로 묶이게 된 중공사막 다발(14)과 하우징(72)의 일단부에 접합된 처리수 출구(76)를 갖는 단부 캡(77)과 하우징(72)의 타단부에 접합된 처리수 출구가 없는 단부 캡(78)을 구비하여 개략 구성되는 것이다. 중공사막 다발(14)은 하우징(72) 내에 삽입된 상태에서, 또한 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서 고정용 수지(75)에 의해 하우징(72)에 고정되어 있다.

하우징(72)은, 도10에 도시한 바와 같이 그 내부에 형성된 중공 내부로(81)와 하우징(72)의 측면에 형성된 슬릿형 개구부(82)와, 상기 개구부(82)의 양쪽에, 또한 개구부(82)에 대해 평행하게 하우징 본체(83)와 일체로 설치된 둑(84)과, 상기 둑(84)에 협지된 수지 주입부(85)를 구비하여 구성되는 단면 U자 형상의 통형 부재이다. 또한, 상기 둑(84)은 중공사막(13)에 대해 대략 평행하게 되고, 또한 기단부(86)가 하우징 본체(83)에 접속하는 둑 본체(87)와, 상기 둑 본체(87)의 선단부(88)로부터 외측으로 굴곡된 굴곡부(89)를 갖는 것이다.

둑(84)의 굴곡부(89)는, 상기 둑 본체(87)의 선단부(88)로부터 외측으로 굴곡한 구조가 됨으로써 하우징(72)의 성형 정밀도에 의해 생기는 둑(84) 치수의 변동이나 둑(84) 내측으로의 기울기를 억제하고, 또한 고정용 수지의 수지 주입부(85)로의 주입을 용이하게 하기 위한 것이다. 또한, 굴곡부(89)는 리브의 역할을 하여, 하우징(72) 성형시의 변화를 적게 하는 것이며, 또한 포팅시에 주입되는 수지량에 다소의 변동이 있어도, 포팅 후의 고정용 수지(75) 두께의 변동을 적게 하는 것이다.

굴곡부(89)를 둑(84)의 기단부(86)로부터 성형시켜 버리면, 고정용 수지(75)의 두께가 얇아져 버릴 뿐만 아니라, 흡인 여과시에 발생하는 부압이나 역통액 세정시에 발생하는 양압과 같은 하우징 내부에 가해지는 압력에 의한 수지 박리가 발생하기 쉬운 구조로 되어 버려 내압성에 영향이 생길 가능성이 있다. 또한, 하우징(72)의 폭이 지나치게 넓어져 버리므로, 중공사막 모듈(71)을 복수 집적하여 유닛으로 할 때에 집적 개수에 영향을 주어 유닛 용적당의 막면적 비율이 내려가는 등의 문제도 일어난다.

이와 같은 관점으로부터, 둑 본체(87)의 높이(D)는 고정용 수지(75)의 두께를 확보할 수 있고, 중공사막 모듈(71)의 내압성을 유지할 수 있는 높이, 즉 둑(84) 전체 높이(E)의 10 % 내지 90 %의 범위로 설정되는 것이 바람직하다. 둑 본체(87)의 높이(D)가 둑(84) 전체 높이(E)의 10 % 미만에서는 중공사막 모듈(71)의 내압성이 불충분하게 될 우려가 있고, 90 %를 넘으면 둑(84)의 치수 변동이나, 둑(84)의 내측으로의 기울기를 억제하고, 또한 고정용 수지의 수지 주입부(85)로의 주입을 쉽게 한다는 굴곡부(89)에 의한 효과를 얻을 수 없는 우려가 있다. 여기서, 둑 본체(87)의 높이(D)는 둑(84)의 기단부(86)로부터 둑 본체(87)의 선단부(88)까지의 높이이며, 둑(84) 전체의 높이(E)는 둑(84)의 기단부(86)로부터 선단부(90)까지의 높이이다.

또한, 한 쪽 둑(84)의 선단부(90)와 다른 쪽 둑(84)의 선단부(90)와의 간격(F)과, 한 쪽 둑(84)의 기단부(86)와 다른 쪽 둑(84)의 기단부(86)와의 간격(G)의 비(F : G)는, 10 : 9 내지 2 : 1인 것이 바람직하다. 이 비가 10 : 9보다도 작으면, 고정용 수지를 주입하기 어려워질 우려가 있고, 이 비가 2 : 1보다도 크면 중공사막 모듈의 취급성이 악화되는 동시에, 고정에 필요한 수지량이 많아진다. 여기서, 간격(F)은 서로 대향하는 둑(84)의 선단부(90)의 내벽면 사이의 거

리이며, 간격(G)은 서로 대향하는 둑(84)의 기단부(86)의 내벽면 사이의 거리이다.

개구부(82)의 두께는, 포팅 품질에도 영향을 주기 위해, 최저한 중공사막(13)을 확실하게 파지할 수 있는 치수일 필요가 있고, 0.1 내지 30  $\text{mm}$ 의 범위로 설정되는 것이 바람직하다. 또한, 유효막 면적의 확보 및 내압 성능의 유지를 위해서는, 0.1 내지 20  $\text{mm}$ 의 범위로 설정되는 것이 보다 바람직하다.

하우징(72)의 사이즈에 대해서는, 고정하는 중공사막 다발(14)의 사이즈나 중공사막 모듈(71)의 용도 등에 따라 적절하게 조정된다.

또한, 하우징(72)의 재질로서는 상술한 하우징(32)과 같은 것을 이용할 수 있다. 또한, 고정용 수지(75)로서는 상술한 고정용 수지(35)와 같은 것을 이용할 수 있다.

이러한 중공사막 모듈(71)에 있어서는, 하우징(72)이 개구부(82)의 양쪽에, 개구부(82)에 대해 평행하게 설치된 둑(84)을 갖고, 게다가 이 둑(84)이 둑 본체(87)의 선단부(88)로부터 외측으로 굽곡된 굽곡부(89)를 갖고 있으므로, 고정용 수지의 수지 주입부(85)로의 주입이 용이해진다. 또한, 굽곡부(89)를 갖고 있으므로, 하우징(72) 성형시의 변형이 적어져, 둑(84)에 협착된 수지 주입부(85)의 용량을 충분히 확보할 수 있다. 이에 의해, 중공사막 다발(14)이 하우징(72)에 고정용 수지(75)에 의해 확실하게 고정되어, 중공사막 모듈(71)의 수율이 향상된다.

또한, 이러한 중공사막 모듈(71)에 있어서는, 둑(84)이 둑 본체(87)의 선단부(88)로부터 외측으로 굽곡된 굽곡부(89)를 갖고 있으므로, 둑(84)에 협착된 수지 주입부(85)의 용량을 충분히 확보할 수 있고, 게다가 포팅시에 주입되는 수지량에 다소의 변동이 있어도, 포팅 후의 고정용 수지(75)의 두께 변동이 적어진다. 이에 의해, 중공사막 모듈(71)의 내압 성능이 향상된다.

또한, 이러한 중공사막 모듈(71)에 있어서는, 둑(84)의 굽곡부(89)가 리브의 역할을 감당하고 있으므로 내압성이 우수하고, 복수의 중공사막 모듈(71)을 접적하여 유닛으로 했을 때에 중공사막 모듈의 접적율을 높게 설계할 수 있다. 따라서, 이러한 중공사막 모듈(71)은 유닛 크기의 제한을 받는 장소에서의 여과 처리 등에 적절하게 이용할 수 있다.

#### <제4 태양의 중공사막 모듈>

도11 내지 도14는 본 발명의 중공사막 모듈의 일예를 도시한 도면이다. 이 중공사막 모듈(91)은 내부에 내부로(92)가 형성된 하우징(93)과, 이 하우징(93)의 일단부에 접합된 처리수 출구(94)를 갖는 단부 캡(95)과, 하우징(93)의 타단부에 접합된 처리수 출구가 없는 단부 캡(96)과, 복수의 중공사막(13)이 시트형으로 묶이게 된 중공사막 다발(14)을 구비하여 개략 구성되는 것이다. 중공사막 다발(14)의 단부는 하우징(93) 내에 삽입된 상태에서, 또한 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서 고정용 수지로 이루어지는 고정 부재(99)에 의해 하우징(93)에 고정되어 있다. 또한, 상기 단부 캡(95, 96)은 그 일부가 하우징(93)의 내부로(92)에 삽입된 상태에서, 고정 부재(99)에 의해 하우징(93)에 고정되어 있다.

하우징(93)은, 도15에 도시한 바와 같이 그 내부에 형성된 중공 내부로(920)와, 하우징(93) 측면에 형성된 슬릿형 개구부(100)와, 상기 개구부(100)를 협착하도록 하우징(93)과 일체로 형성된 둑(101)과, 상기 둑(101)에 협착된 단면 오목형의 수지 주입부(102)를 구비하여 구성되는 부재이다.

개구부(100)는, 중공사막 다발(14)의 단부를 내부로(92)에 삽입하기 위한 삽입구가 되는 슬릿형 구멍이다. 또한, 고정용 수지를 하우징(93)의 내부로(92)와 이에 삽입된 단부 캡(95, 96) 사이에 형성되는 후술하는 수지 주입용 공간으로 유입하기 위한 유입구가 된다. 또한, 상기 둑(101)은 고정용 수지의 늘어뜨림을 방지하기 위한 것이다.

또한, 하우징(93)의 재질로서는, 상술한 하우징(32)과 같은 것을 이용할 수 있다.

단부 캡(95)은, 도16 및 도17에 도시한 바와 같이 하우징(93)의 내부로(92)에 삽입되어 내부로(92)를 밀봉하는 평판형 소덮개부(103)와, 하우징(93)의 단부면(104)에 접하는 평판형 대덮개부(105)와, 소덮개부(103)와 대덮개부(105)를 연결하여, 하우징(93)의 길이 방향에 직교하는 단면의 단면적이 소덮개부(103)보다도 작게 된 연결부(106)와, 소덮개부(103), 연결부(106) 및 대덮개부(105)에 뚫어 형성된 연통 구멍(107)과, 연통 구멍(107)에 접속하도록 대덮개부(105) 표면에 설치된 처리수 출구(94)를 구비하여 구성되는 것이다.

또한, 단부 캡(96)은 도18 및 도19에 도시한 바와 같이, 하우징(93)의 내부로(92)에 삽입되어 내부로(92)를 밀봉하는 소덮개부(103)와, 하우징(93)의 단부면(104)에 접하는 대덮개부(105)와, 소덮개부(103)와 대덮개부(105)를 연결하여, 하우징(93)의 길이 방향에 직교하는 단면의 단면적이 소덮개부(103)보다도 작게 된 연결부(106)를 구비하여 구성되는 것이다.

소덮개부(103)의 세로 및 가로의 치수는, 후술하는 고정용 수지가 하우징(93)의 내부로(92)로 유입하지 않을 정도의 약간의 간극을 갖도록, 내부로(92)의 개구와 같은 정도의 치수로 되어 있다. 하우징(93)의 내주벽과 소덮개부(103)의 주연부와의 간극은 고정용 수지의 점도에 따라 변화하지만, 통상 1  $\text{mm}$  미만이다. 또한, 소덮개부(103)의 두께는 고정용 수지의 점도에 따라 변화하지만, 통상 0.1  $\text{mm}$  이상이면 좋고, 보다 확실하게 고정용 수지의 내부로(92)로의 유입을 방지하기 위해서는, 1  $\text{mm}$  이상인 것이 바람직하다.

대덮개부(105)의 세로 및 가로의 길이는, 하우징(93)의 외벽에 접촉했을 때에 내부로(92)를 밀봉하고, 또한 수지 주입부(102)를 둑으로 저지하도록, 하우징(93) 단면의 세로 및 가로의 길이와 동일하게 되어 있다.

연결부(106)는 소덮개부(103)와 대덮개부(105) 사이에 설치되고, 이들과 일체로 되어 있는 것이다. 연결부(106)는 하우징(93)의 길이 방향에 직교하는 단면적이 소덮개부(103)보다도 작게 되어 있다. 이에 의해, 단부 캡(95, 96)을 하우징(93)에 부착했을 때는, 연결부(106)의 외주벽과 하우징(93)의 내주벽 사이에 연결부(106), 소덮개부(103), 대덮개부(105) 및 하우징(93)의 내주벽에 둘러싸이고, 또한 연결부(106)의 외주 전체에 걸쳐 연속한 수지 주입 공간(108)이 형성된다. 또한, 수지 주입 공간(108)에 연통하는 개구부(100)는 수지 유입구(109)가 된다.

이와 같이 연결부(106)의 단면적을 소덮개부(103)의 표면적보다도 작게 함으로써, 연결부(106)와의 경계 주변의 소덮개부(103)에 단차부(110)가 형성된다. 이 단차부(110)가 수지 주입 공간(108)에 충전된 고정 부재(99)에 걸리게 됨으로써, 단부 캡(95, 96)의 하우징(93)으로부터의 빠짐이 방지되어 단부 캡(95, 96)이 하우징(93)에 확실하게 고정된다.

또한, 연결부(106)의 외주벽 표면은 고정 부재(99)와의 접착성이 향상되므로, 샌딩 등으로 미세한 조면에 가공되어 있는 것이 바람직하다.

단부 캡(95, 96)의 재질로서는, 예를 들어 폴리카보네이트, 폴리슬론, 아크릴 수지, ABS 수지, 변성 PPE 수지, 염화비닐 수지, 폴리올레핀(폴리프로필렌, 폴리에틸렌 등) 등을 이용할 수 있다. 단부 캡(95, 96)은 절삭 가공 및 금형에 의한 성형 등으로 성형 가공할 수 있다. 처리수의 출구가 되는 처리수 출구(94)를 갖는 단부 캡(95)은 중공사막 모듈(1)에 적어도 하나는 구비하는 것이 필요하다.

고정 부재(99)가 충전되는 수지 주입 공간(108)의 치수, 즉 연결부(106)의 외주벽과 하우징(93)의 내주벽 사이의 간격(이하, 두께라 기재함) 및 하우징(93)의 길이 방향의 깊이(이하, 깊이라 기재함)는, 사용하는 고정용 수지의 점도 특성에 따라 달라 특별히 한정되지 않지만, 고정용 수지가 단부 캡(95, 96)의 접속부(106)의 전체 외주에 걸쳐 흐르고, 고정 부재(99)가 연속하여 형성 가능한 치수이면 좋다. 즉, 사용하는 고정용 수지의 점도에 맞추어 수지 주입 공간(108)의 치수를 조정하면 좋다. 고정용 수지의 점도가 높은 경우는, 수지 주입 공간(108)의 치수를 적당한 크기까지 확대하여, 유체 마찰 손실을 저감시키면 좋다.

예를 들어, 고정용 수지로서 혼합 초기 점도가 1500  $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 의 2액 혼합형의 우레탄 수지(포트라이프 : 50000  $\text{mPa} \cdot \text{s}$  도달 시간 25분)를 이용하고, 단부 캡(95, 96)의 접속부(106)의 외주 길이가 30  $\text{mm}$ 인 경우, 수지 주입 공간(108)의 하우징(93)의 길이 방향에 직교하는 단면적이 0.4  $\text{mm}$  이상[수지 주입 공간(108) 치수 : 두께 0.2  $\text{mm}$  이상, 깊이 2  $\text{mm}$  이상]이면, 고정 부재(99)의 연속성이 확보되어 바람직하다. 수지 주입 공간(108)의 치수가 두께 0.2  $\text{mm}$  미만, 깊이 2  $\text{mm}$  미만에서는 수지 주입 공간(108)이 좁아져 유체 마찰 손실이 커지므로 우레탄 수지의 흐름이 나빠진다. 우레탄 수지는 시간의 경과와 함께 점도가 높아지므로, 유체 마찰 손실이 커 우레탄 수지의 주입에 지나치게 시간이 걸리면, 유동성을 잃어 결교(缺膠)가 발생하는 경우가 있다. 따라서, 수지 주입 공간(108)의 치수는 가능한 범위에서, 가능한 한 확보하는 것이 바람직하다.

고정 부재(99)는 하우징(93) 내부에 수납된 중공사막(13)의 개구단부(19)를 개구 상태로 유지하면서 고정하는 동시에, 이 중공사막(13)을 여과막으로서 기능시키기 위해 피처리수와 처리수를 액체 밀봉식으로 구획하는 부재로서 기능한다. 또한, 단부 캡(95, 96)을 액체 밀봉식으로 하우징(93)에 고정하는 부재로서도 기능한다.

고정 부재(99)를 형성하는 고정용 수지로서는, 통상 에폭시, 불포화폴리에스테르 수지, 우레탄 수지, 각종 핫멜트 수지 등을 이용할 수 있어 적절하게 선정하는 것이 가능하다.

고정용 수지는 하우징(93)과 단부 캡(95, 96)과의 접착 성능에 관계되는 것이며, 고정용 수지로서는 하우징(93) 및 단부 캡(95, 96)의 재질을 고려하여, 적절한 것을 선택하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 하우징(93) 및 단부 캡(95, 96)의 재질이 모두 ABS 수지인 경우, 고정용 수지로서는 접착 성능이 좋은 에폭시나 우레탄 수지를 사용하는 것이 바람직하다.

고화 전의 고정용 수지의 점도는 특별히 한정되지 않지만, 500 내지 5000  $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 가 바람직하고, 보다 바람직하게는 2000 내지 3000  $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 의 범위이다. 고정용 수지의 점도가 500  $\text{mPa} \cdot \text{s}$  미만에서는 고정용 수지가 중공사막(13)의

개구단부(19)까지 유동하여, 상기 개구단부(19)를 폐색하는 요인이 될 우려가 있다. 고정용 수지의 점도가 5000 mPa · s를 넘으면, 복수의 중공사막(13) 사이에 함침시키는 것이 곤란해지므로 바람직하지 못하다.

이러한 중공사막 모듈(91)에 있어서는, 고정 부재(99)가 중공사막 다발(14)을 하우징(93)에 고정하는 동시에, 단부 캡(95, 96)을 하우징(93)에 고정하고, 중공사막 다발(14)을 하우징(93)에 고정하는 고정 부재와, 단부 캡(95, 96)을 하우징(93)에 고정하는 고정 부재가 일체화되어 있으므로, 하우징(93)과 단부 캡(95, 96)과의 접합 부분 부근의 강성이 증가되어, 하우징(93)과 단부 캡(95, 96)과의 접합 부분의 기계적 강도가 향상된다.

또한, 단부 캡(95, 96)이 소덮개부(103)와 연결부(106)의 단면적의 차에 따라 생기는 단차부(110)를 갖고 있으므로, 이 단차부(110)가 수지 주입 공간(108)에 충전된 고정 부재(99)에 걸리게 되어, 단부 캡(95, 96)의 하우징(93)으로부터의 빠짐이 방지되어 단부 캡(95, 96)을 하우징(93)에 확실하게 고정할 수 있다.

또, 본 발명의 중공사막 모듈은 도시예의 중공사막 모듈(91)에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 도20에 도시한 바와 같이 U자형으로 절곡된 중공사막 다발(14)의 양단부를 1개의 하우징(93)에 고정한 중공사막 모듈(111)이라도 좋다.

또한, 하우징의 형상도 도시예의 직사각형에 한정되지 않으며 원통형인 것이라도 상관없다. 이 경우, 단부 캡의 소덮개부 및 대덮개부는 원판형이 된다.

다음에, 중공사막 모듈(91)의 제조 방법에 대해 설명한다.

우선, 중공사막 다발(14)을 구성하고 있는 각 중공사막(13)의 단부를 미리 컷트하여 개구시켜 둔다. 계속해서, 중공사막 다발(14)의 단부를 하우징(93)의 개구부(100)에 중공사막(13)의 개구단부(19)가 하우징(93)의 내부로(92)에 위치하도록 삽입한다.

중공사막 다발(14)의 단부를 하우징(93) 내에 수납한 후, 도21 및 도22에 도시한 바와 같이 단부 캡(95, 96)의 소덮개부(103) 및 연결부(106)를 내부로(92)에 삽입하여 단부 캡(95, 96)을 하우징(93)에 부착한다.

계속해서, 도23 및 도24에 도시한 바와 같이 중공사막(13)의 개구단부(19)의 개구 상태를 유지한 상태에서, 액형 고정용 수지(99')를 하우징(93)의 외측으로부터 수지 주입부(102) 및 개구부(100)에 충전한다.

동시에, 고정용 수지(99')는 자중에 의해, 개구부(100)의 일부인 수지 유입구(109)를 통해, 하우징(93)과 단부 캡(95, 96) 사이에 형성된 수지 주입 공간(108)으로 유입된다. 그리고, 도25 및 도26에 도시한 바와 같이 고정용 수지(99')는 단부 캡(95, 96)의 연결부(106)를 둘러싸도록, 수지 주입 공간(108) 전체에 고루 미친다. 이 고정용 수지(99')를 고화시킴으로써, 하우징(93)과 단부 캡(95, 96)과의 접합이 종료된다.

중공사막 다발(14)의 단부를 하우징(93)의 내부에 수납하는 작업은, 하우징(93)의 개구부(100)를 넓힌 후 행하는 것이 바람직하다. 용이하게 개구부(100)를 넓히기 위해서는, 하우징(93)의 양단부 중 적어도 일단부를 개구시켜 둘 필요가 있다. 그로 인해, 단부 캡(95, 96)은 중공사막 다발(14)의 하우징(93)에의 수납 후에, 후부착할 필요가 있다.

중공사막 모듈(91)을 제조할 때에, 하우징(93)과 단부 캡(95, 96)과의 접합에는 단부 캡(95, 96)에의 접착제 등의 도포 시공은 필요하지 않으며, 단부 캡(95, 96)을 하우징(93)에 삽입하는 것만으로 좋다. 그리고, 하우징(93)에 고정용 수지(99')를 주입함으로써, 고정용 수지(99')는 수지 주입부(102), 또는 자중에 의해 수지 주입 공간(108)으로 유입하고, 그 후 고정용 수지(99')를 고화시킴으로써, 중공사막 다발(14)의 하우징(93)에의 고정과, 단부 캡(95, 96)의 하우징(93)에의 고정이 동시에 종료된다. 따라서, 단부 캡(95, 96)의 하우징(93)에의 접합 작업을 효율적으로 실시할 수 있다.

### 산업상 이용 가능성

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 중공사막 모듈은 하우징의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 중공사막의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)이 25 mm 이하이며, 또한 하우징의 최대 휨량이 2개의 하우징간 거리의 1 % 이하이므로, 중공사막 모듈 유닛의 단위 체적당의 중공사막 모듈의 접적율을 높일 수 있음에도 불구하고, 에어 버블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨이 적어, 중공사막의 얹힘을 발생시키는 일이 없다.

또한, 상기 하우징이 하우징의 강도를 보강하는 보강 리브부를 갖고 있으면, 하우징의 휨을 더욱 억제할 수 있다.

또한, 이 보강 리브부를 갖는 하우징의 단면 형상이 대개 H형이면, 중공사막 모듈을 제조할 때의 취급성이 양호해지며, 중공사막 모듈 유닛에 있어서의 중공사막 모듈의 접적율을 높게 설계하는 것이 가능해져, 하우징의 휨 강도가 더

록 향상된다.

또한, 상기 하우징이 중공사막 모듈을 지지하는 지지 부재를 계지하기 위한 계지 수단을 갖고 있으면, 외부의 지지 부재가 하우징을 보강하게 되어 하우징의 휨량을 미소하게 하는 것이 가능해진다.

또한, 상기 하우징의 측면에 2조의 보강 리브부에 협지한 오목부가 형성되고, 상기 보강 리브부의 오목부측에는 상기 계지 수단으로서, 하우징의 길이 방향으로 서로 대향하면서 연장되는 2조의 볼록조가 형성되어 있으면, 외부 지지 부재의 하우징으로의 계지를 확실하게 행할 수 있는 동시에, 외부 지지 부재로부터의 중공사막 모듈의 탈착이 용이해진다.

또한, 본 발명의 중공사막 모듈 유닛은 본 발명의 중공사막 모듈이 대략 평행하게 복수 배열된 중공사막 모듈 유닛이며, 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a)과, 이에 인접하는 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a')과의 간격(C)이 25  $\text{mm}$  이하이므로, 중공사막 모듈 유닛의 단위 체적당의 집적율을 높게 할 수 있는 동시에, 공기 버블링 등의 영향에 의한 하우징의 휨을 최소한으로 하는 것이 가능해져, 장기간에 걸친 사용 후에서의 중공사막 모듈의 절손을 방지하는 것이 가능해진다.

또한, 본 발명의 막 모듈의 제조 방법은 본 발명의 막 모듈용 하우징의 측방으로부터 보강 리브부(볼록조부)에 압력을 가하여 개구부를 폭 확장한 후, 상기 개구부로부터 여과막의 단부를 삽입하고, 여과막의 개구단부의 개구 상태를 유지하면서 고정용 수지에 의해 여과막을 상기 하우징에 고정하는 방법이므로, 여과막의 파손이나 찌부러짐이 거의 없는 막 모듈을 생산성 좋게 제조할 수 있다.

또한, 본 발명의 중공사막 모듈은 하우징이, 중공사막 다발의 단부를 하우징내부에 삽입하기 위한 슬릿형 개구부와 상기 개구부의 양쪽에 또한 개구부에 대해 평행하게 설치된 둑을 갖고, 둑이 둑 본체와, 둑 본체의 선단부로부터 외측으로 굴곡된 굴곡부를 갖는 것이므로, 하우징의 치수 정밀도나 중공사의 쓰러짐 등의 영향에 의한 포팅 불량을 거의 없앨 수 있다. 게다가, 고정용 수지의 두께가 균일하므로 내압성이 우수하다.

또한, 본 발명의 중공사막 모듈은 중공사막으로부터의 처리수의 통로가 되는 내부로가 형성된 하우징의 적어도 일단부에 단부 캡이 액체 밀봉식으로 접합되고, 또한 상기 중공사막의 적어도 한 쪽 단부가 하우징에 고정용 수지로 이루어지는 고정 부재로 액체 밀봉식으로 고정된 중공사막 모듈이며, 상기 고정 부재가 상기 중공사막을 하우징에 고정하는 동시에, 상기 단부 캡을 하우징에 고정하고 있으므로, 단부 캡의 하우징으로부터의 빠짐이 방지되고, 단부 캡이 하우징에 확실하게 고정된다.

또한, 상기 단부 캡이 상기 하우징의 내부로에 삽입되는 소덮개부와, 하우징의 단부면에 접하는 대덮개부와, 소덮개부와 대덮개부를 연결하여, 하우징의 길이 방향에 직교하는 단면의 단면적이 소덮개부보다도 작게 된 연결부를 갖고, 상기 고정 부재가 단부 캡의 연결부의 외주벽과, 하우징의 내주벽 사이에 형성된 수지 주입 공간에 충전되어 있으면, 단부 캡의 하우징으로부터의 빠짐이 방지되고, 단부 캡이 하우징에 확실하게 고정된다.

또한, 본 발명의 중공사막 모듈의 제조 방법은 중공사막의 단부를 하우징의 측벽에 형성된 개구부로부터 하우징 내에 수납하고, 하우징의 단부에 단부 캡을 부착하고, 개구부 주위에 형성된 수지 주입부에 액형 고정용 수지를 주입하여 하우징에 중공사막을 고정하는 동시에, 하우징과 단부 캡 사이에 형성된 수지 주입 공간에 고정용 수지를 주입하여 하우징에 단부 캡을 고정하는 방법이므로, 하우징과 단부 캡과의 접합 부분의 기계적 강도가 우수한 중공사막 모듈을 용이하게, 또한 생산 효율 좋게 제조할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

복수의 중공사막을 시트형으로 둑은 중공사막 다발의 양단부가 중공사막의 개구단부의 개구 상태를 유지하면서, 각각 다른 2개의 하우징에 고정용 수지로 고정되어 이루어지는 중공사막 평형 모듈이며,

상기 하우징의 길이 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 상기 중공사막의 길이 방향에 직교하는 방향의 최대 폭(A)이 25  $\text{mm}$  이하이며,

하기 휨량 측정 방법에 의해 측정된 상기 하우징의 최대 휨량이 2개의 하우징간 거리의 1 % 이하인 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

(휩량 측정 방법)

측정 대상의 하우징 양단부를 중공사막이 하방이 되도록 지지하고,  
 다른 한 쪽의 하우징을, 그 질량이 측정 대상의 하우징에 가해지지 않도록 지지하고,  
 측정 대상의 하우징 일단부로부터 타단부까지 5 cm 간격으로 0.05 kg의 추를 달고,  
 측정 대상의 하우징 상면에 직정규를 대고,  
 측정 대상의 하우징 상면과 직정규 사이의 거리를 측정하여, 상기 거리의 최대치를 최대 휨량으로 한다.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 하우징이 고정용 수지가 주입되는 수지 주입부, 중공 사막 다발의 단부가 삽입되는 개구부, 중공사막과 연통하는 내부로 및 하우징의 강도를 보강하는 보강 리브부를 갖는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

**청구항 3.**

제2항에 있어서, 상기 하우징의 단면 형상이 대개 H형인 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

**청구항 4.**

제1항에 있어서, 상기 하우징이 중공사막 모듈을 지지하는 외부 지지 부재를 계지하기 위한 계지 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

**청구항 5.**

제4항에 있어서, 상기 하우징의 측면에는 2조의 보강 리브부에 협지된 오목부가 형성되고, 상기 보강 리브부의 오목부 측에는 상기 계지 수단으로서, 하우징의 길이 방향으로 서로 대향하면서 연장되는 2조의 볼록조가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

**청구항 6.**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 중공사막 모듈이 대략 평행하게 복수 배열된 중공사막 모듈 유닛이며, 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a)과, 이에 인접하는 중공사막 모듈의 하우징 폭 방향의 중심(a')과의 간격(C)이 25 mm 이하인 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈 유닛.

**청구항 7.**

길이 방향에 따른 슬릿형 개구부가 형성된 중공 기둥형의 막 모듈용 하우징에 있어서, 중공부를 협지한 개구부의 반대측에는 길이 방향에 따른 2조의 볼록조부가 형성되고, 하우징의 측방으로부터 볼록조부에 압력을 가함으로써 개구부가 폭 확장 가능하게 되어 있는 것을 특징으로 하는 막 모듈용 하우징.

**청구항 8.**

제7항에 있어서, 2조의 볼록조부가 평행하게 형성되고, 하우징 본체의 측면과 볼록조부의 측면이 동일 평면으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 막 모듈용 하우징.

**청구항 9.**

제7항 또는 제8항에 기재된 막 모듈용 하우징과, 여과막을 구비하고, 상기 여과막 중 적어도 한 쪽 단부가 상기 하우징의 개구부로부터 삽입된 상태에서, 또한 여과막의 개구단부의 개구 상태를 유지하면서 고정용 수지로 상기 하우징에 고정되어 있는 것을 특징으로 하는 막 모듈.

**청구항 10.**

제7항 또는 제8항에 기재된 막 모듈용 하우징의 측방으로부터 볼록조부에 압력을 가하여 개구부를 폭 확장한 후, 상기 개구부로부터 여과막의 단부를 삽입하고,

여과막 단부의 개구 상태를 유지하면서 고정용 수지에 의해 여과막을 상기 하우징에 고정하는 것을 특징으로 하는 막 모듈의 제조 방법.

**청구항 11.**

복수의 중공사막을 시트형으로 뚫은 중공사막이 중공사막의 개구단부의 개구 상태를 유지하면서, 하우징에 고정용 수지로 고정되어 이루어지는 중공사막 모듈이며,

상기 하우징이 중공사막 다발의 단부를 하우징 내부에 삽입하기 위한 슬릿형 개구부와, 상기 개구부의 양 쪽에, 또한 개구부에 대해 평행하게 설치된 둑을 갖고, 상기 둑이 둑 본체와 상기 둑 본체의 선단부로부터 외측으로 굴곡된 굴곡부를 갖는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

#### **청구항 12.**

제11항에 있어서, 상기 둑 본체의 높이가 둑 전체 높이의 10 내지 90 %로 되어 있는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

#### **청구항 13.**

제11항에 있어서, 한 쪽 둑의 선단부와 다른 쪽 둑의 선단부의 간격과, 한 쪽 둑의 기단부와 다른 쪽 둑의 기단부의 간격의 비가 10 : 9 내지 2 : 1인 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

#### **청구항 14.**

제11항에 있어서, 상기 개구부의 두께가 0.1 내지 20  $\text{mm}$ 인 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

#### **청구항 15.**

중공사막으로부터의 처리수의 통로가 되는 내부로가 형성된 하우징의 적어도 일단부에 단부 캡이 액체 밀봉식으로 접합되고, 또한 상기 중공사막의 적어도 한 쪽 단부가 하우징에 고정용 수지로 이루어지는 고정 부재로 액체 밀봉식으로 고정 된 중공사막 모듈이며,

상기 고정 부재가 상기 중공사막을 하우징에 고정하는 동시에, 상기 단부 캡을 하우징에 고정하고 있는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

#### **청구항 16.**

제15항에 있어서, 상기 단부 캡이 상기 하우징의 내부로에 삽입되는 소덮개부와, 하우징의 단부면에 접하는 대덮개부와, 소덮개부와 대덮개부를 연결하여 하우징의 길이 방향에 직교하는 단면의 단면적이 소덮개부보다도 작게 된 연결부를 갖고,

상기 고정 부재가 단부 캡의 연결부의 외주벽과, 하우징의 내주벽 사이에 형성된 수지 주입 공간에 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈.

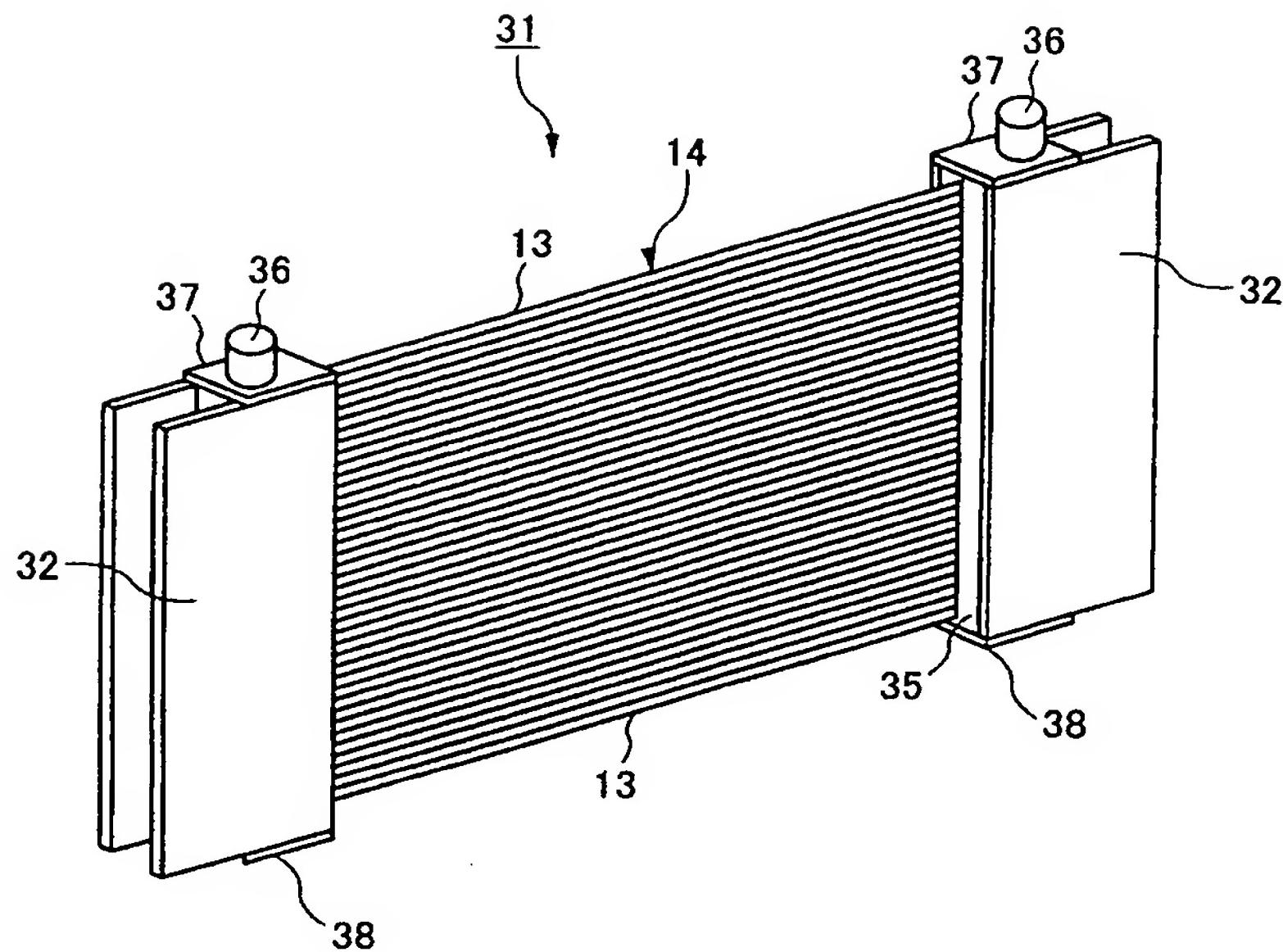
#### **청구항 17.**

제15항 또는 제16항에 기재된 중공사막 모듈의 제조 방법이며,

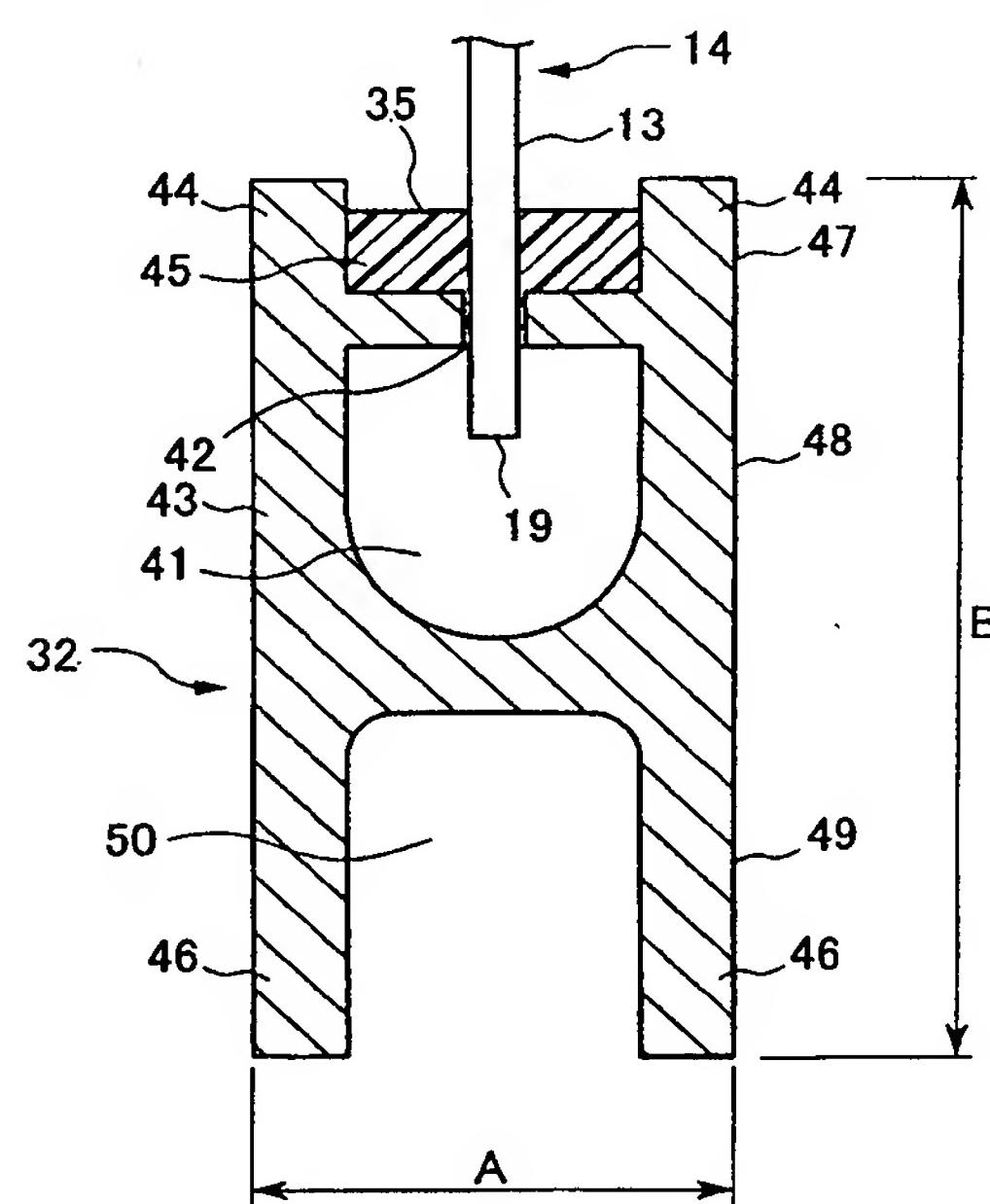
중공사막의 개구단부를 하우징의 측벽에 형성된 개구부로부터 하우징 내에 수납하고, 하우징의 단부에 단부 캡을 부착하고, 개구부 주위에 형성된 수지 주입부에 액형 고정용 수지를 주입하여 하우징에 중공사막을 고정하는 동시에, 하우징과 단부 캡 사이에 형성된 수지 주입 공간에 고정용 수지를 주입하여 하우징에 단부 캡을 고정하는 것을 특징으로 하는 중공사막 모듈의 제조 방법.

도면

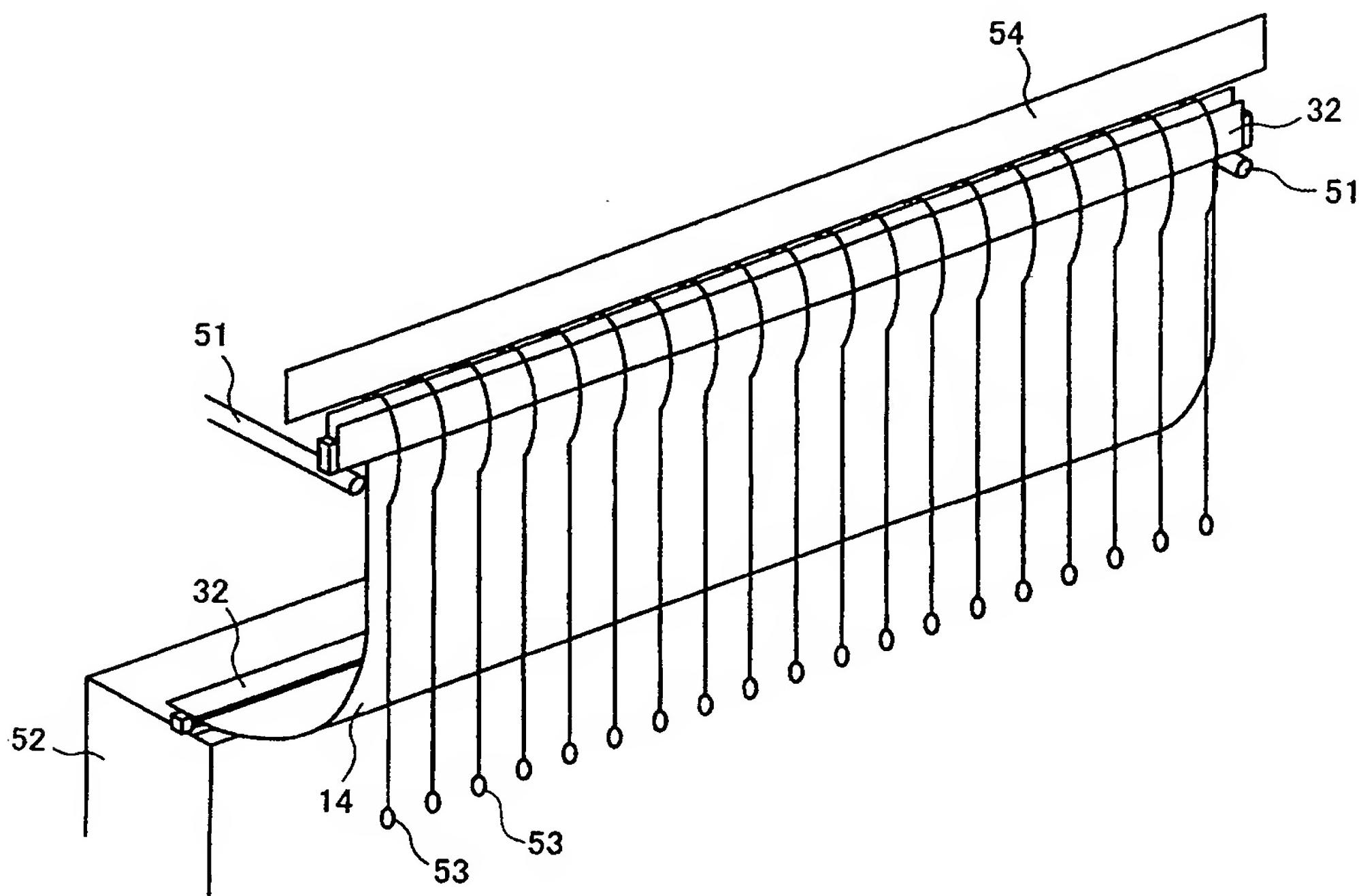
## 도면 1



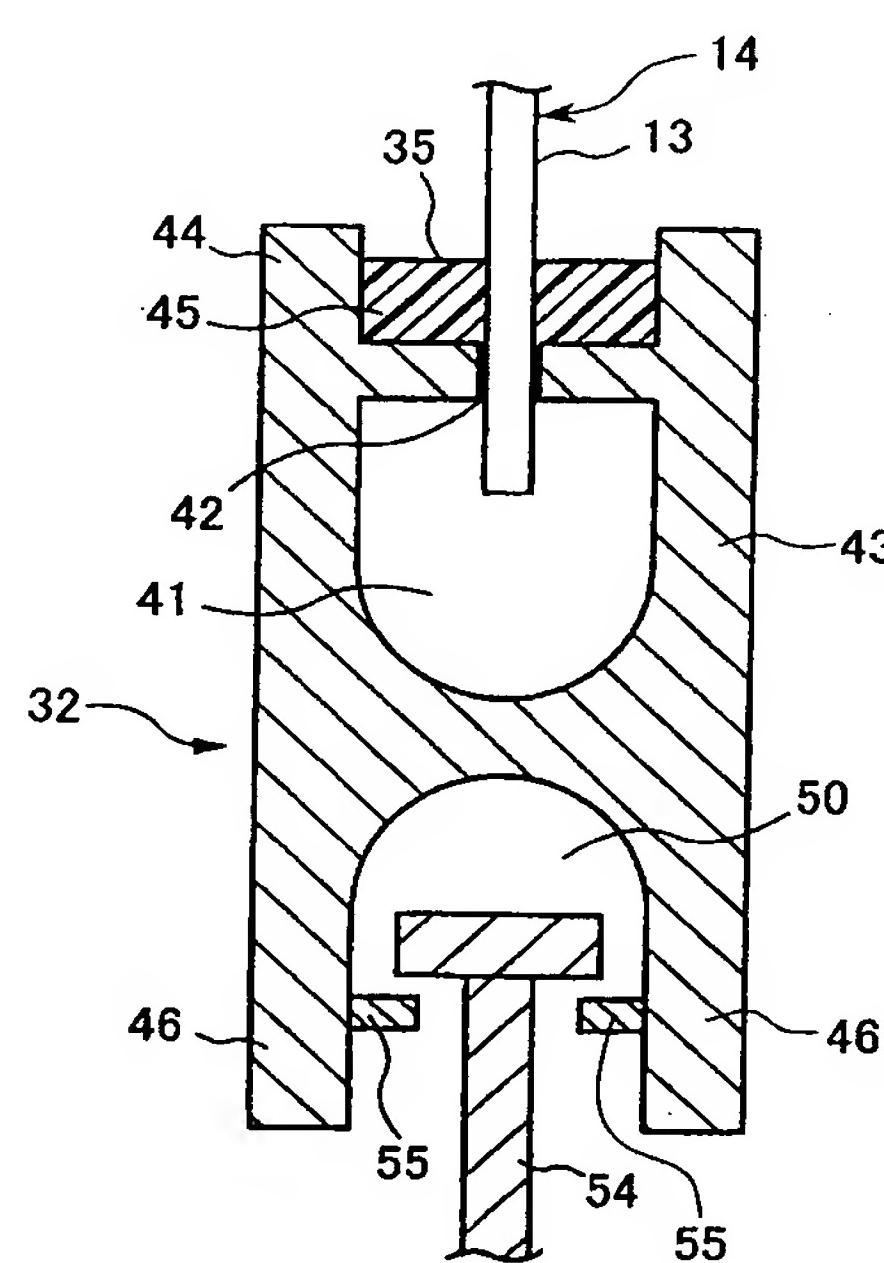
## 도면2



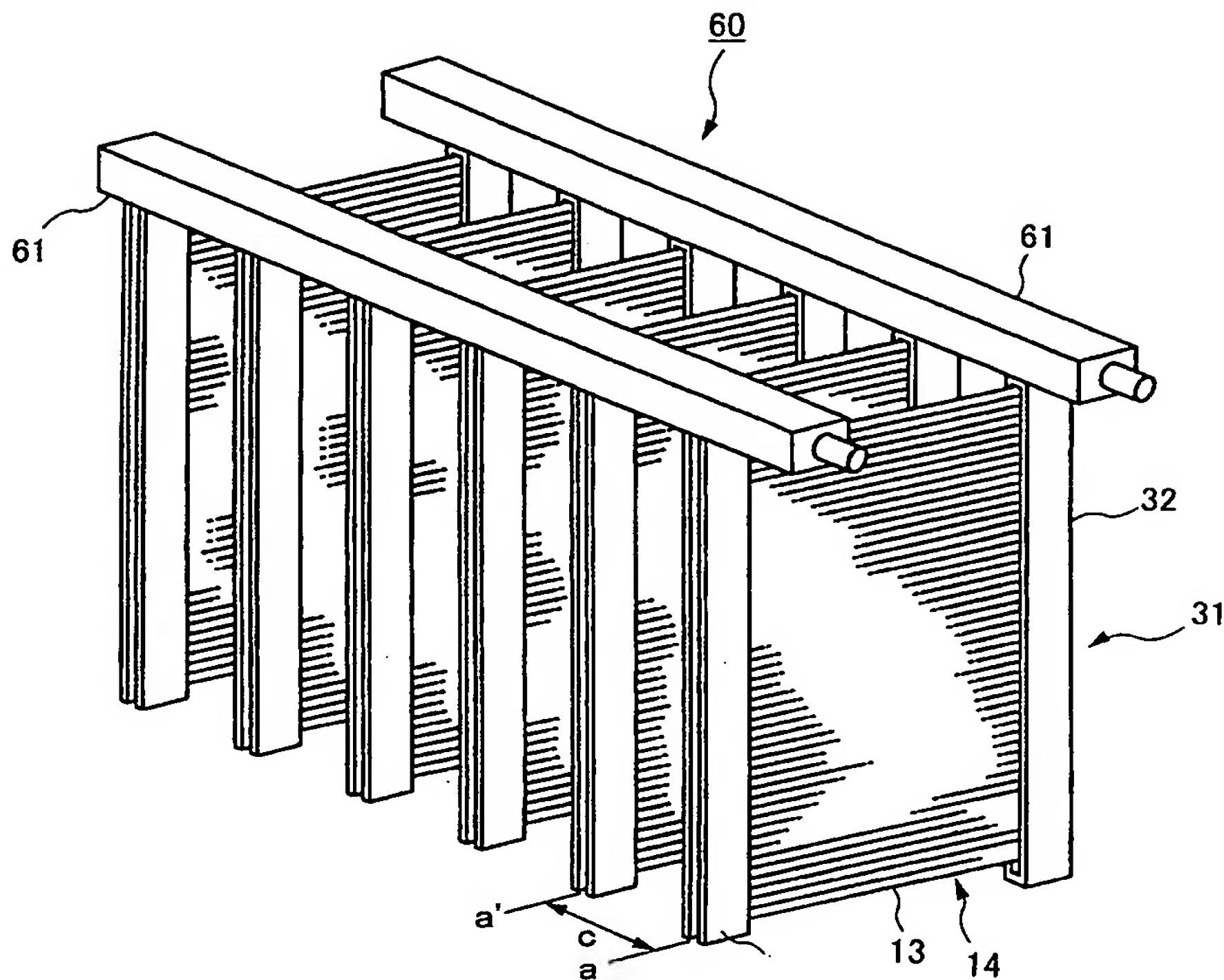
도면3



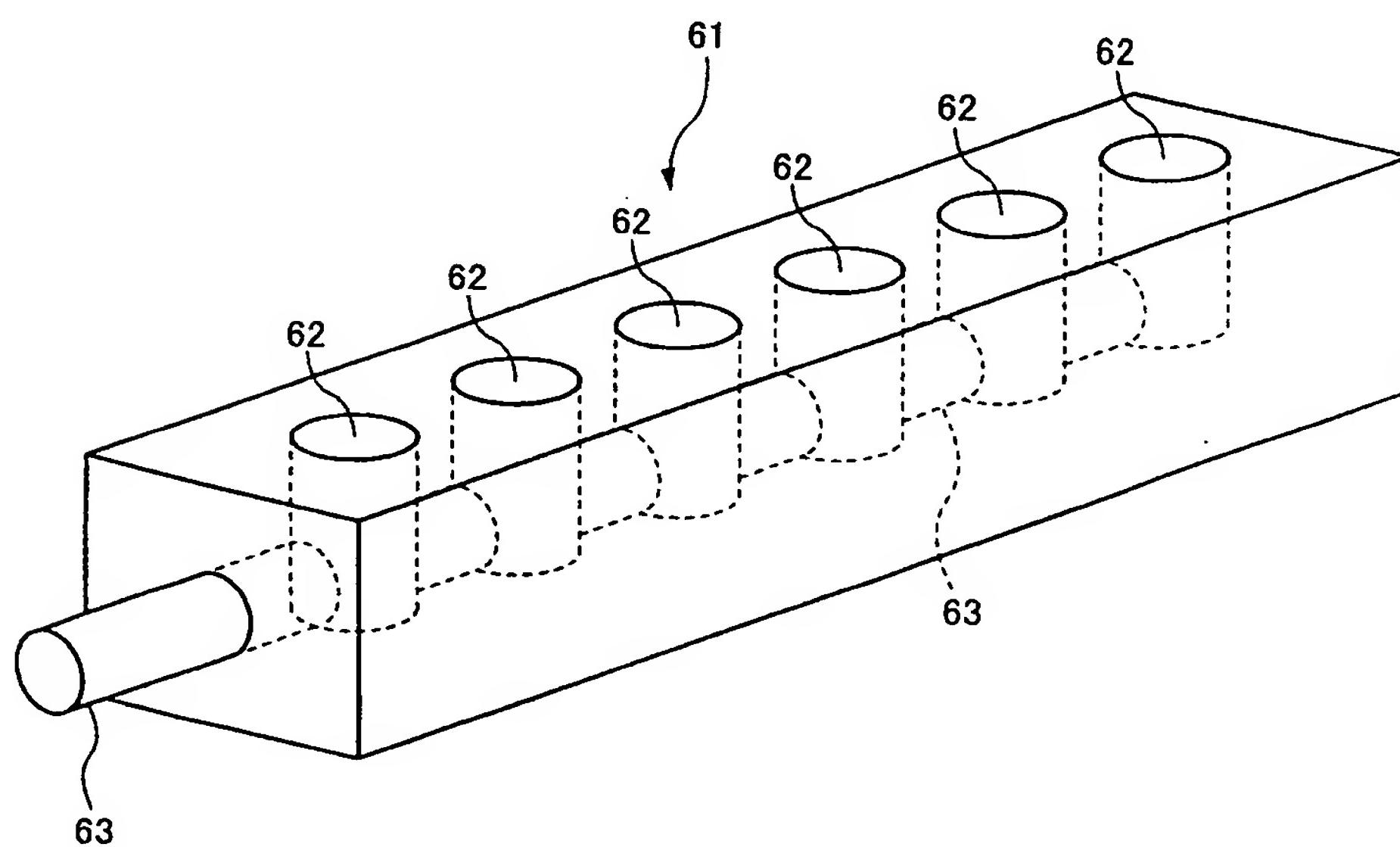
도면4



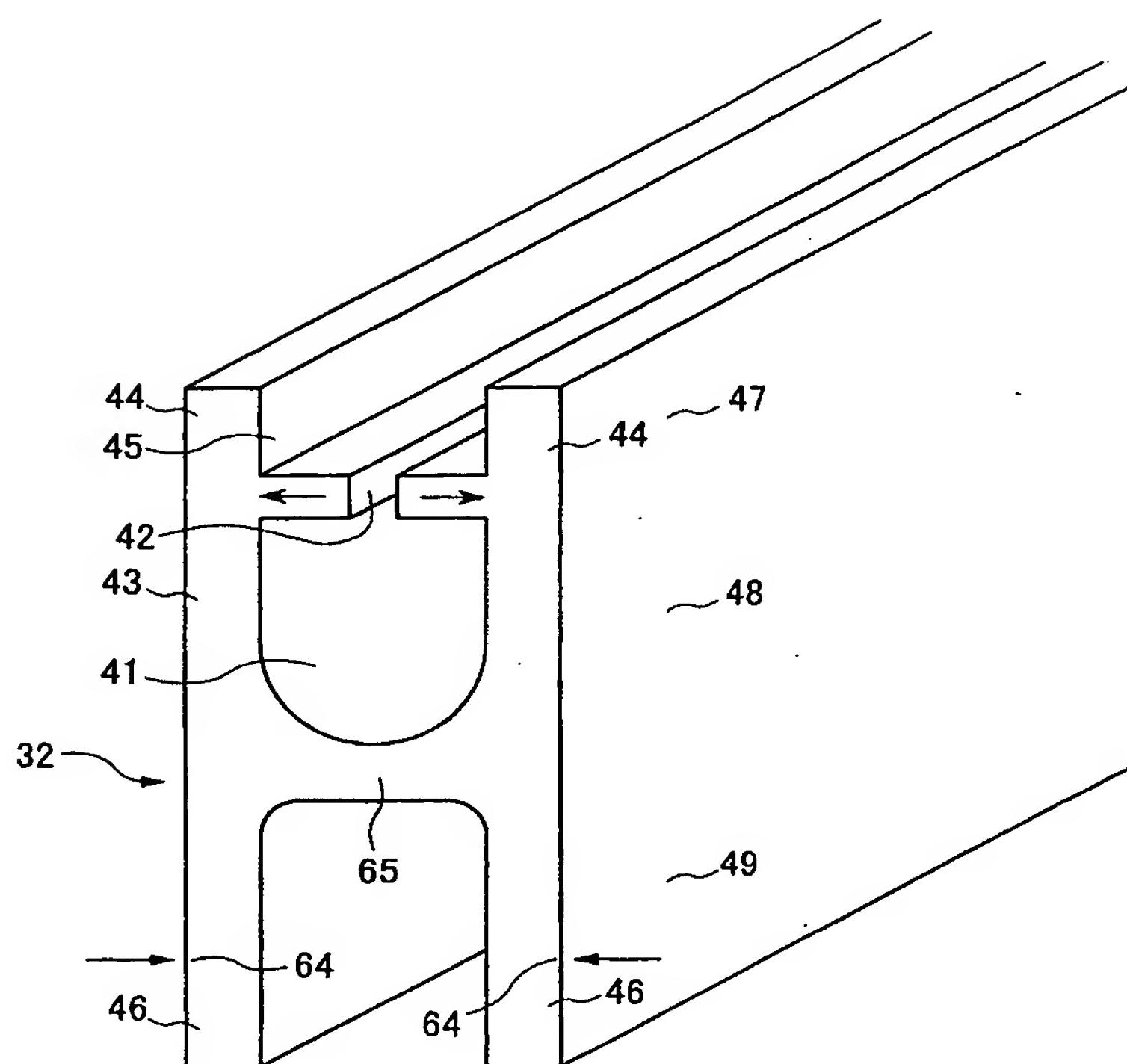
도면5



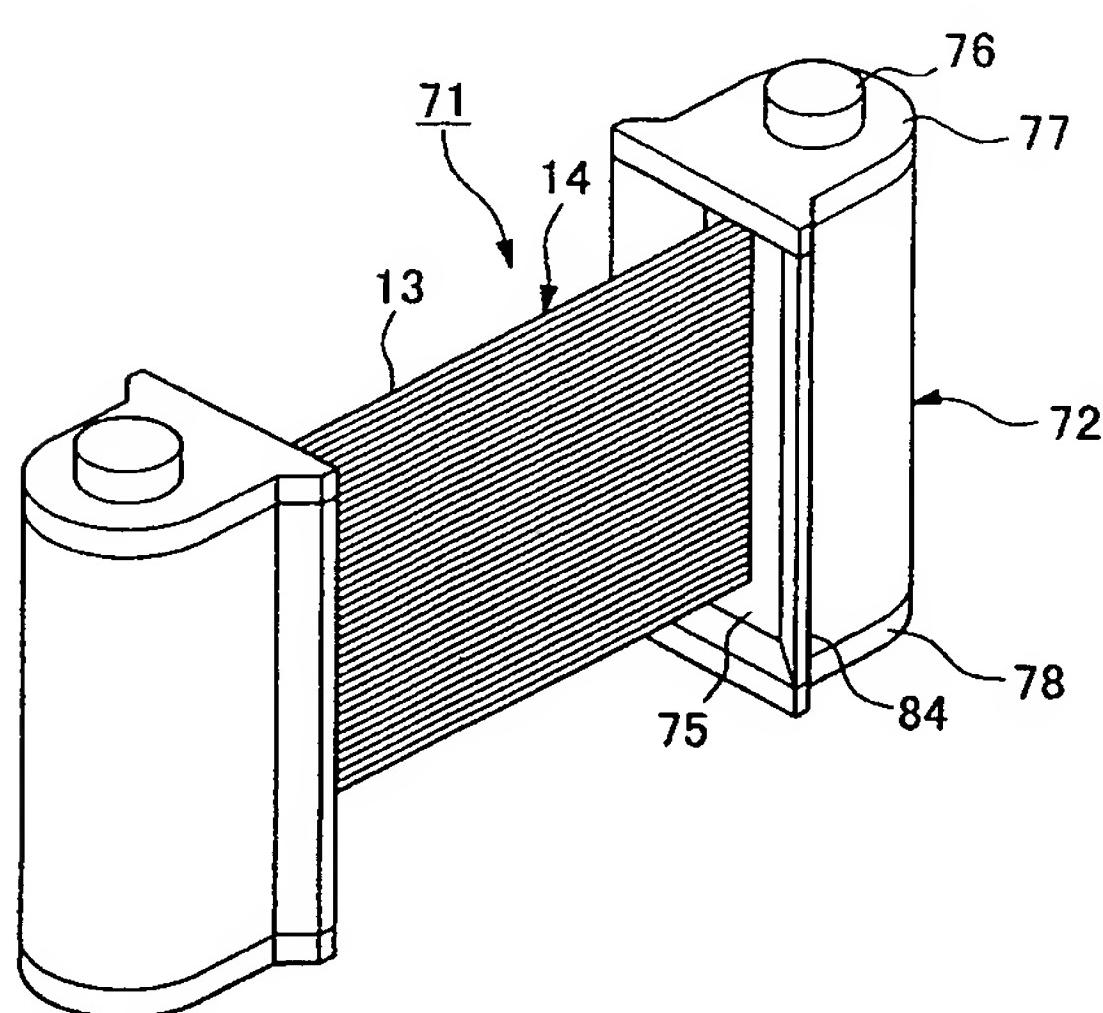
도면6

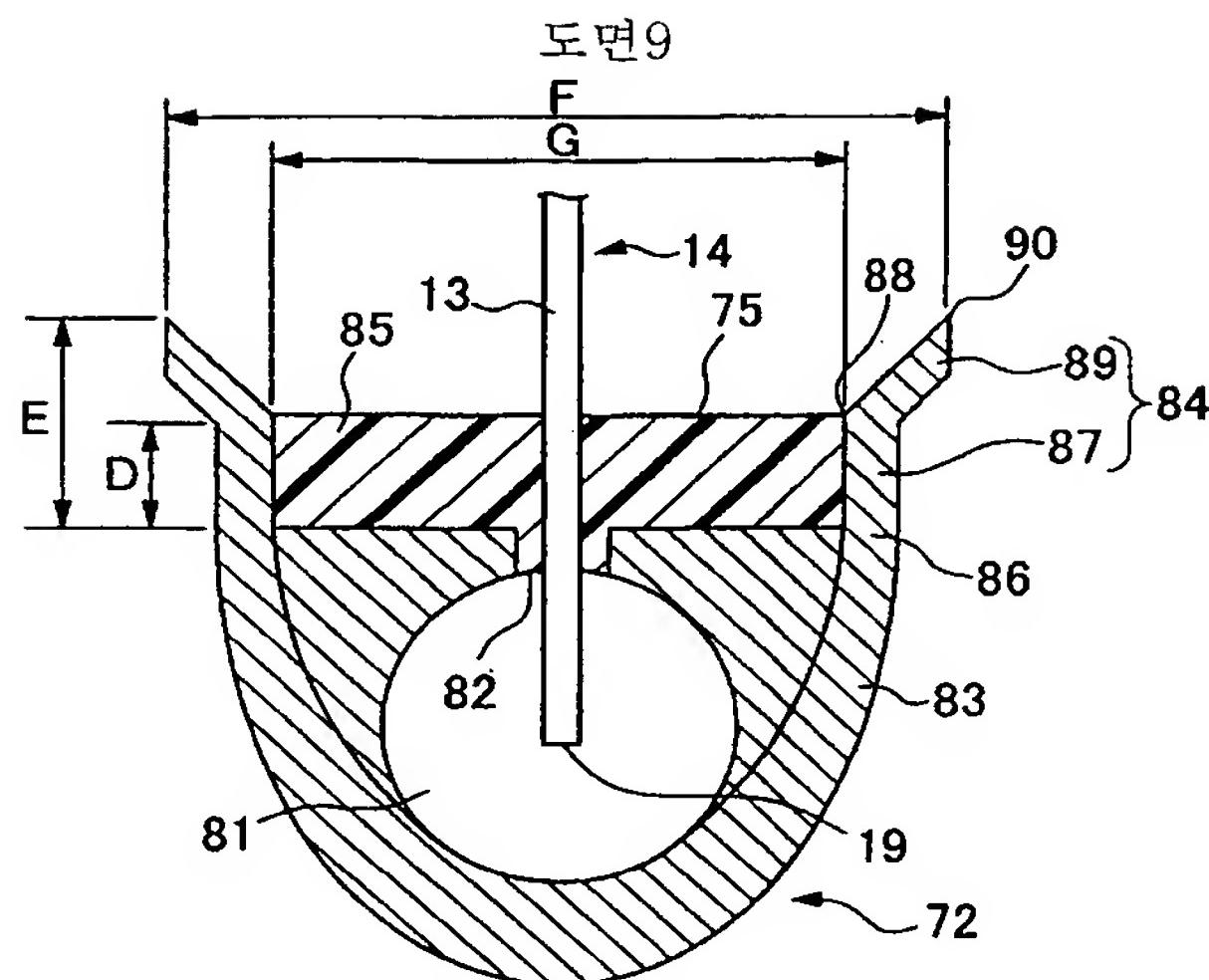


도면7

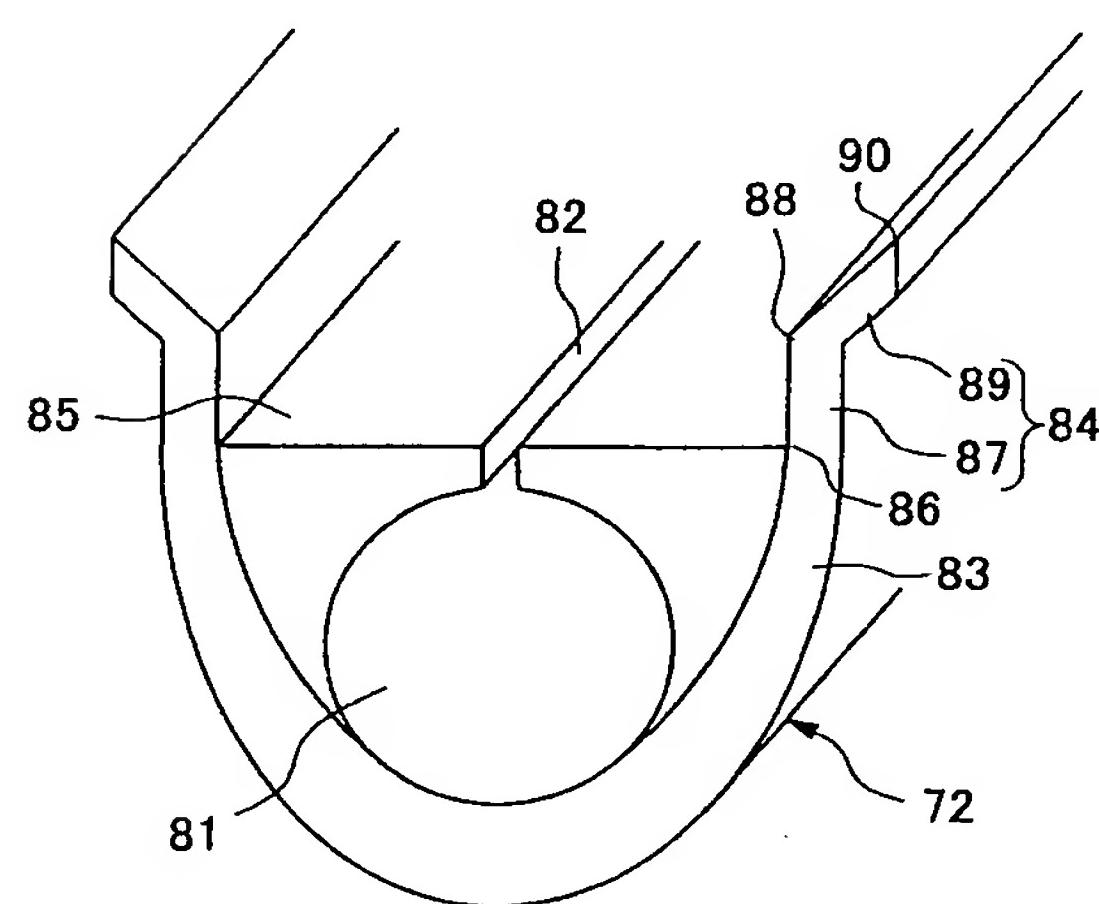


도면8

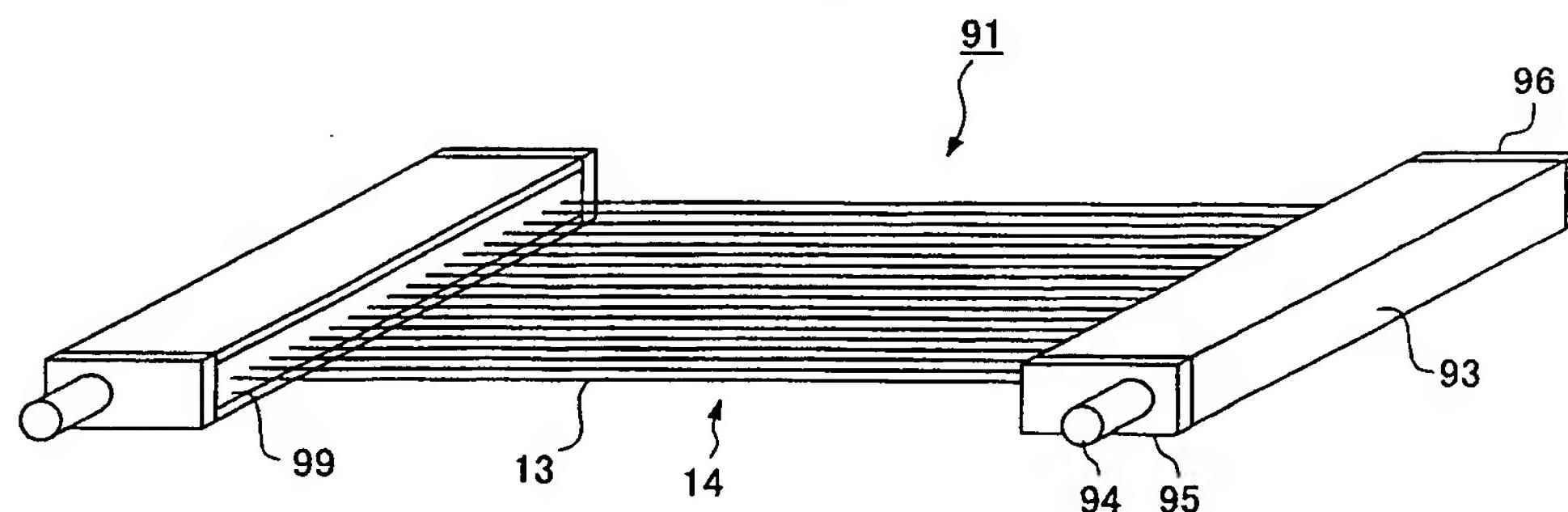




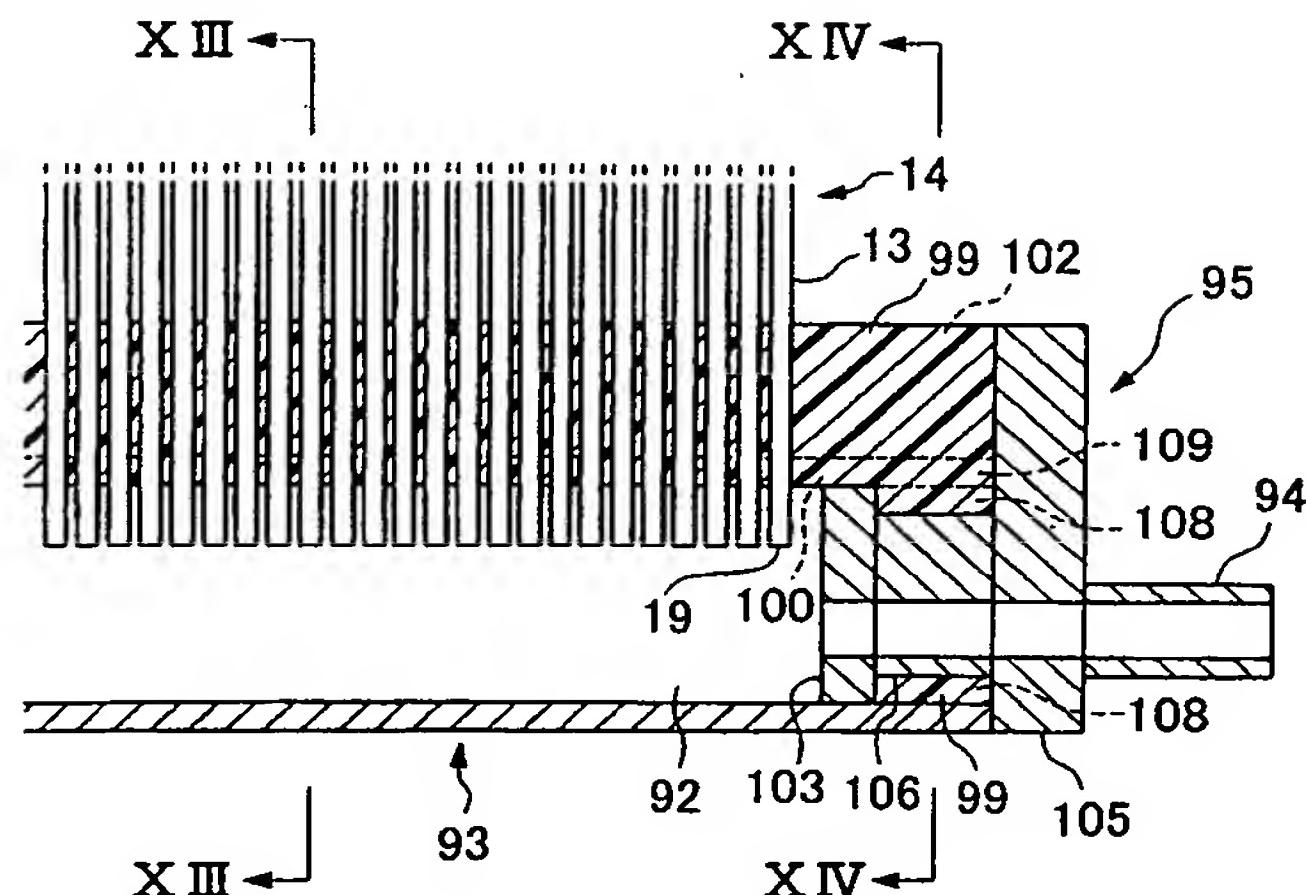
도면10



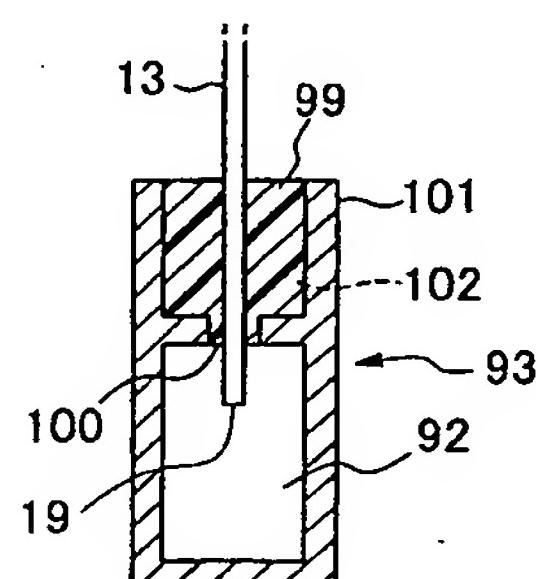
도면11



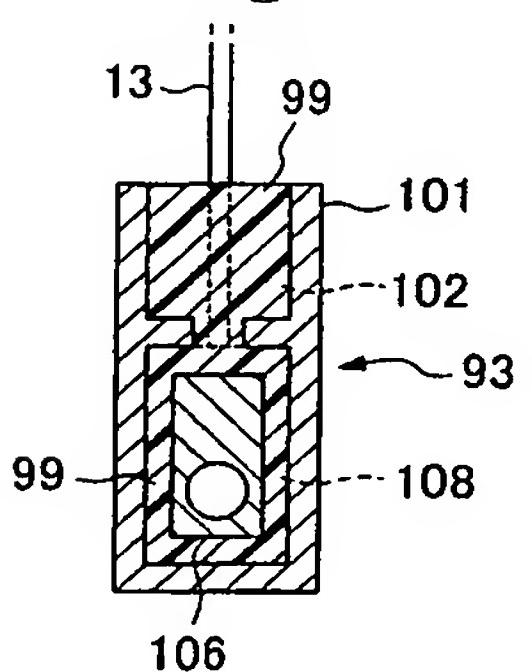
도면12



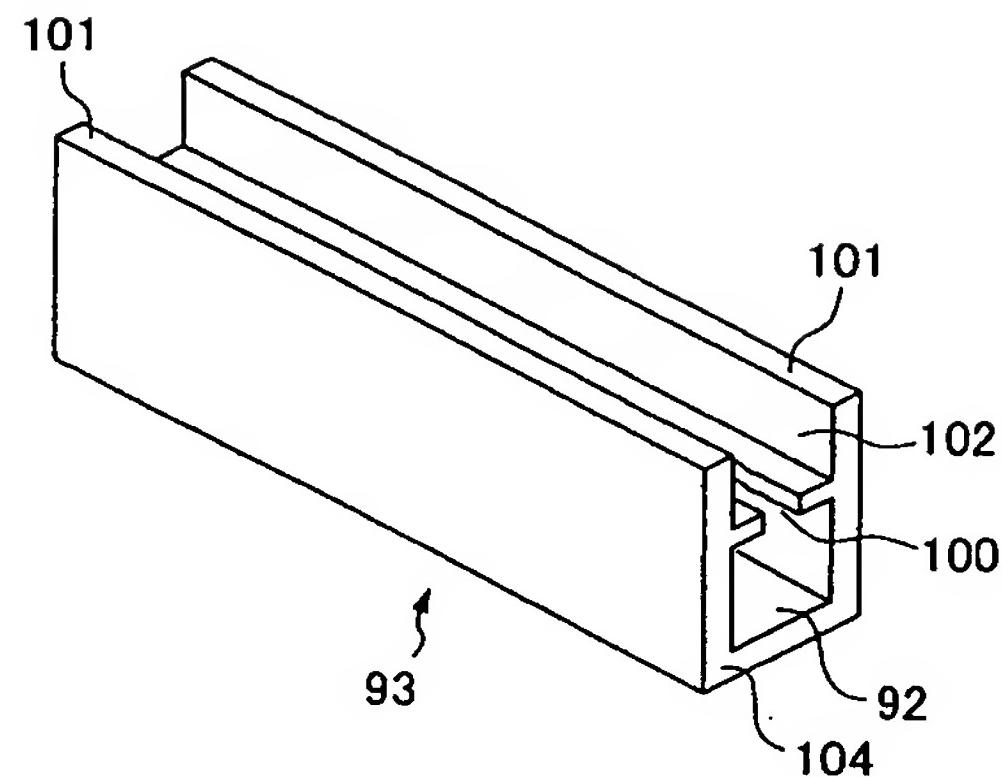
도면13



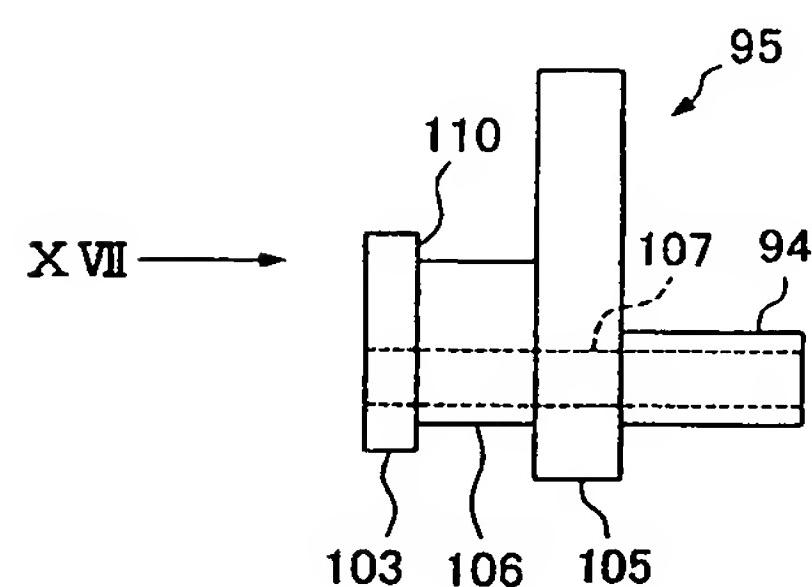
도면14



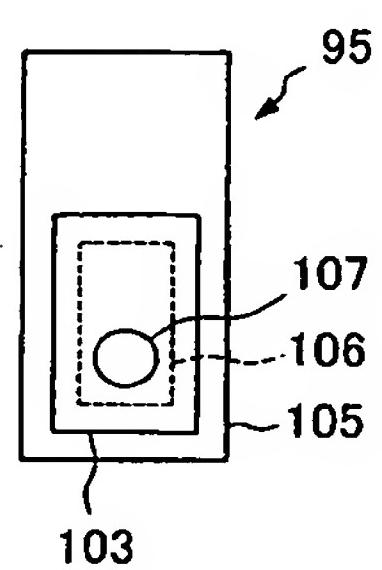
도면15



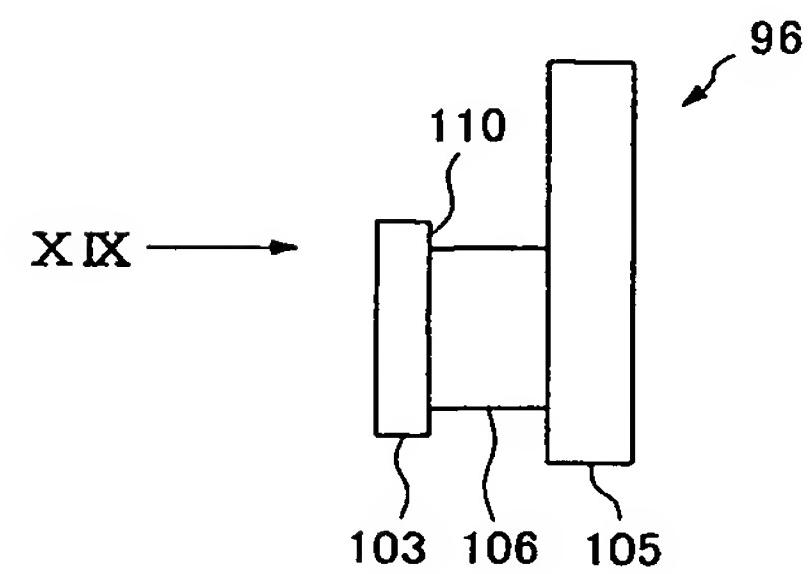
도면16



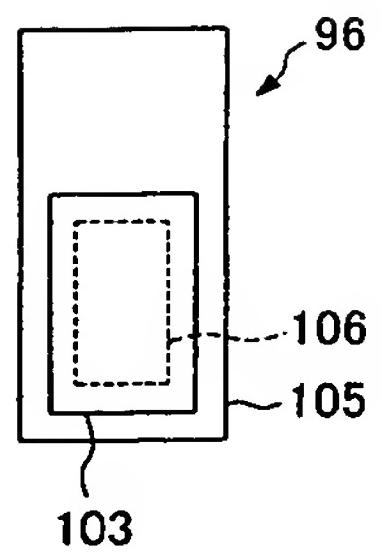
도면17



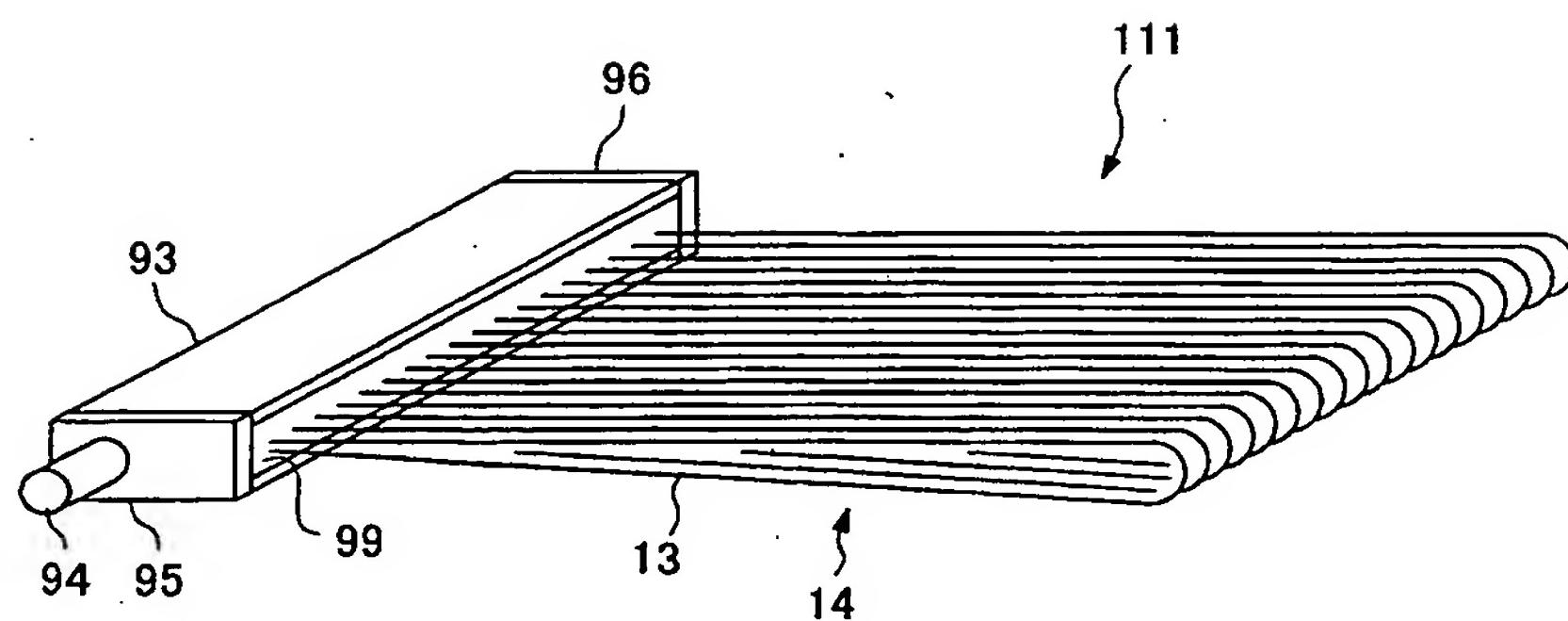
도면18



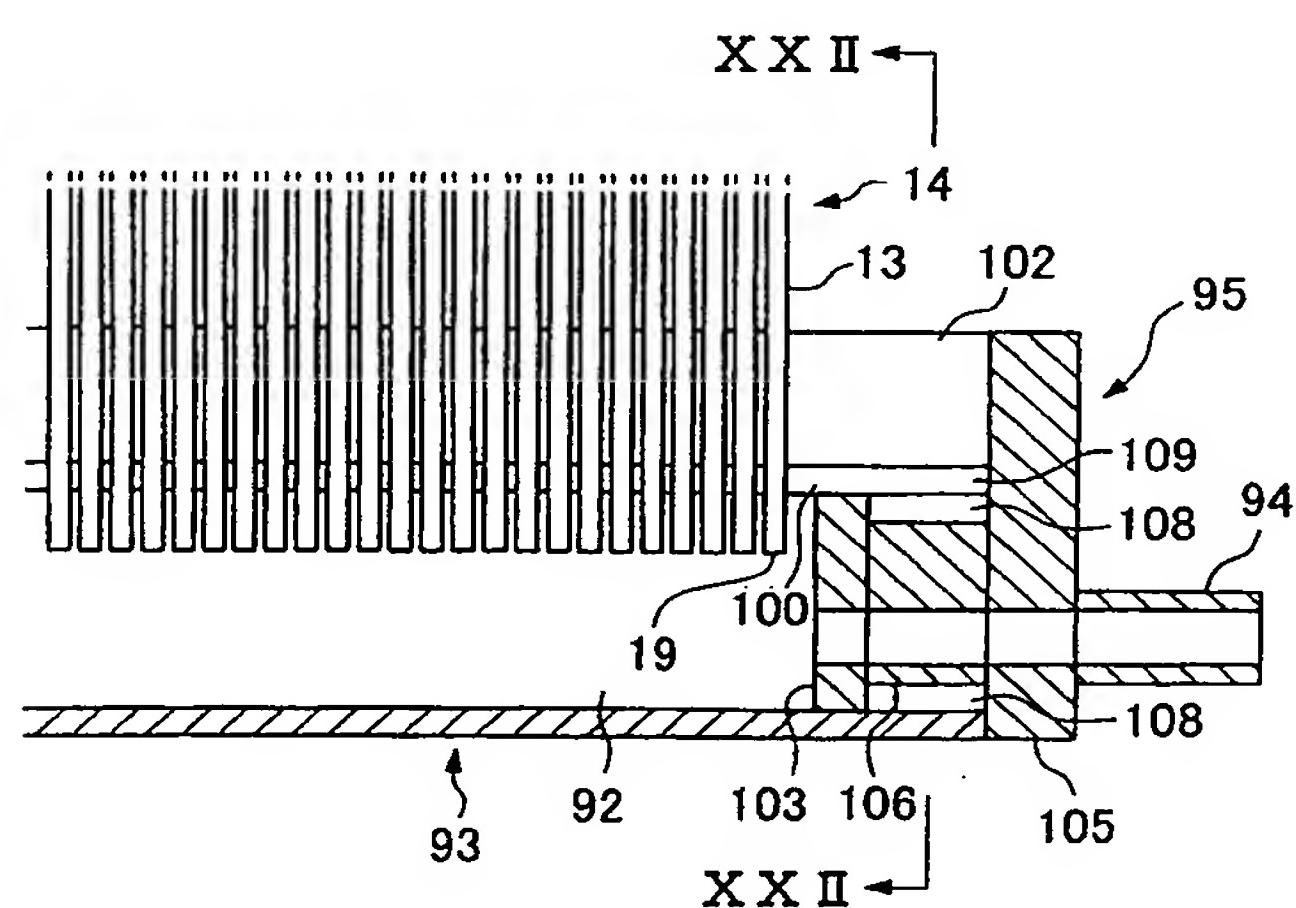
도면19



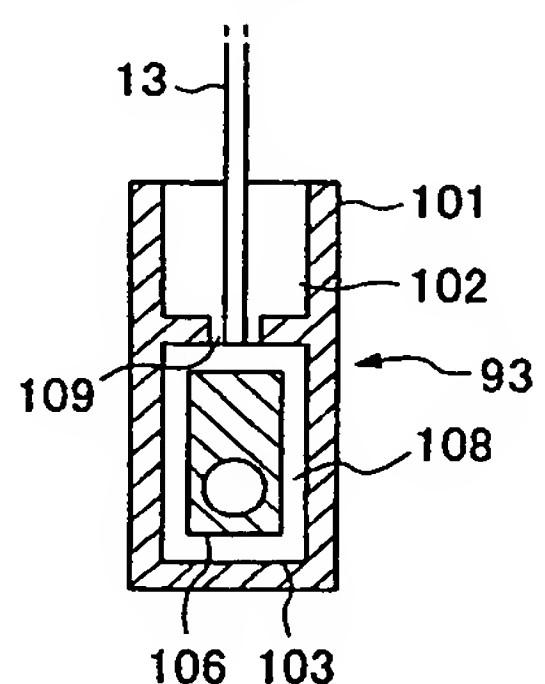
도면20



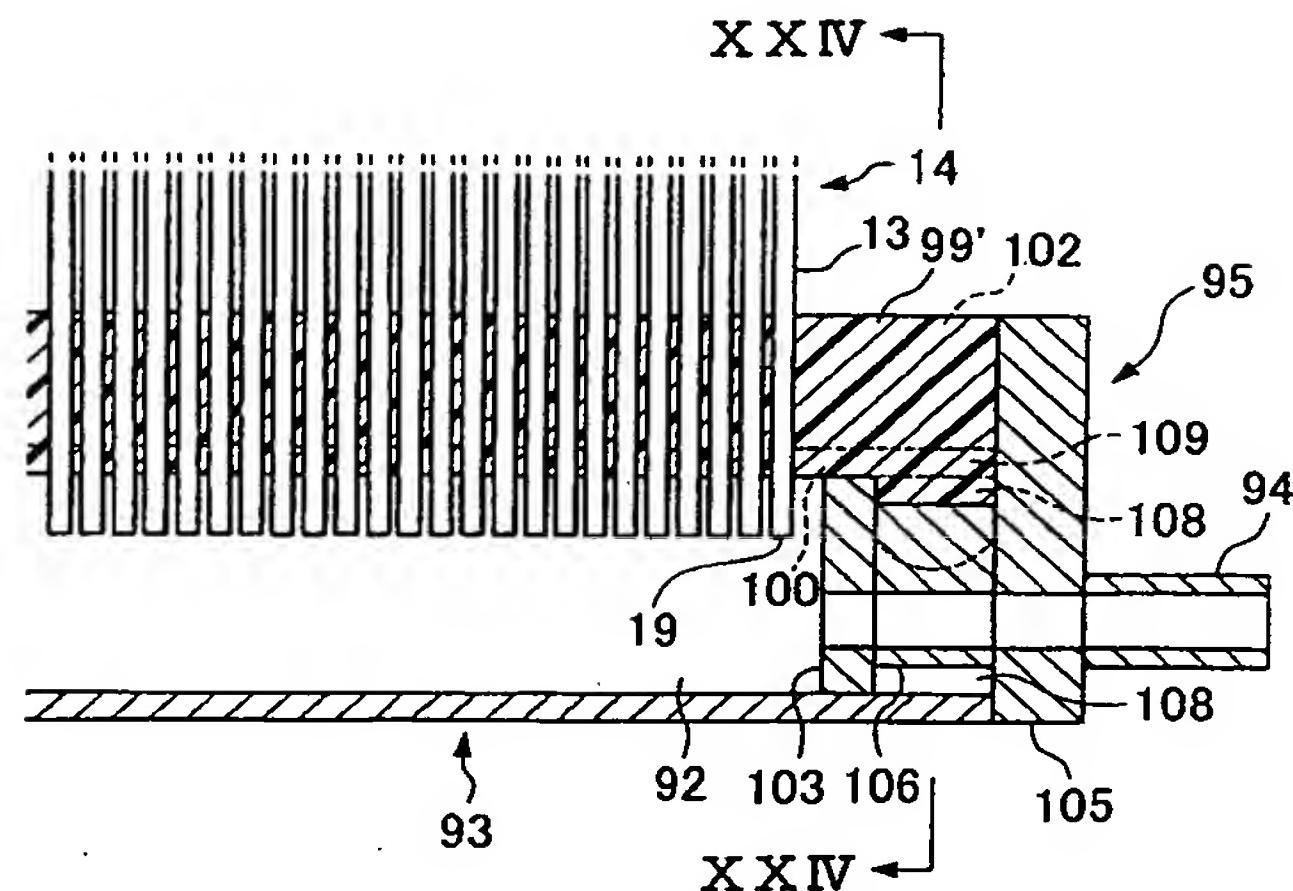
도면21



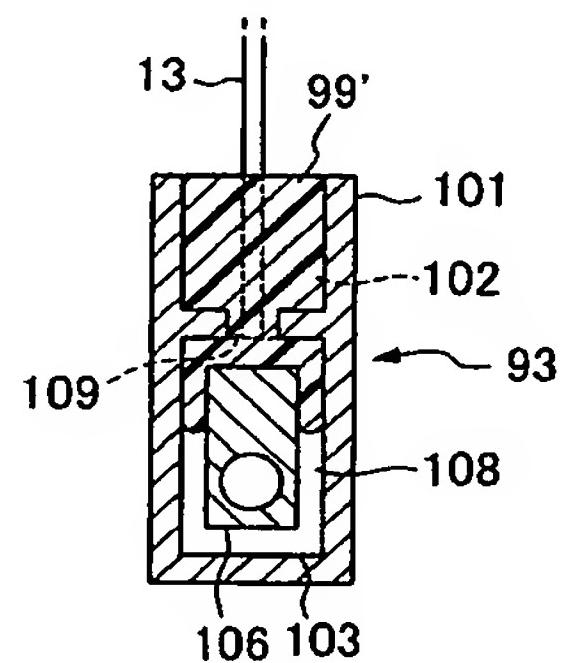
도면22



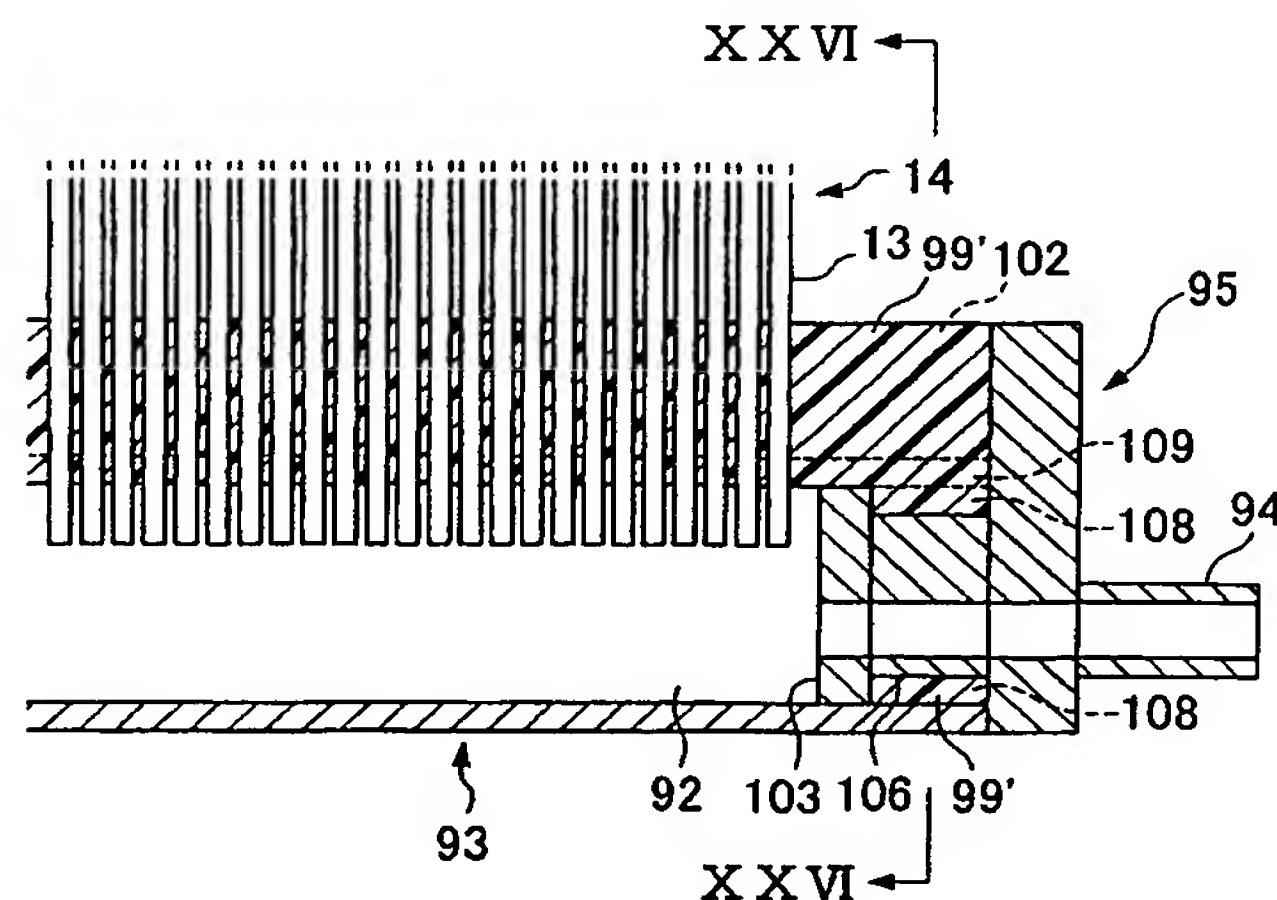
도면23



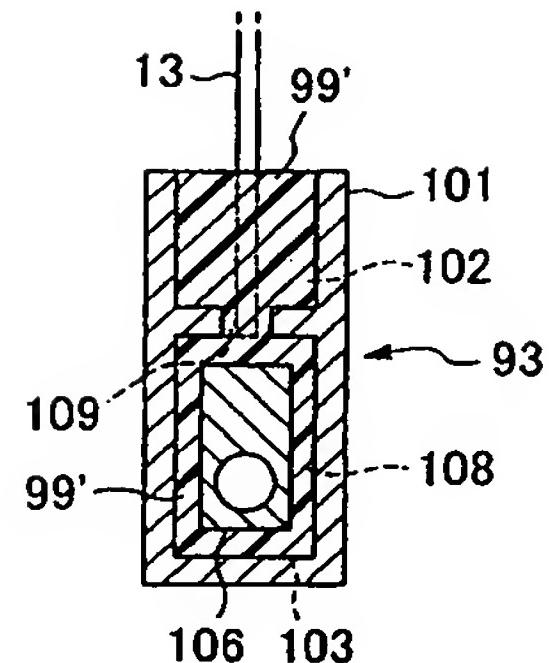
도면24



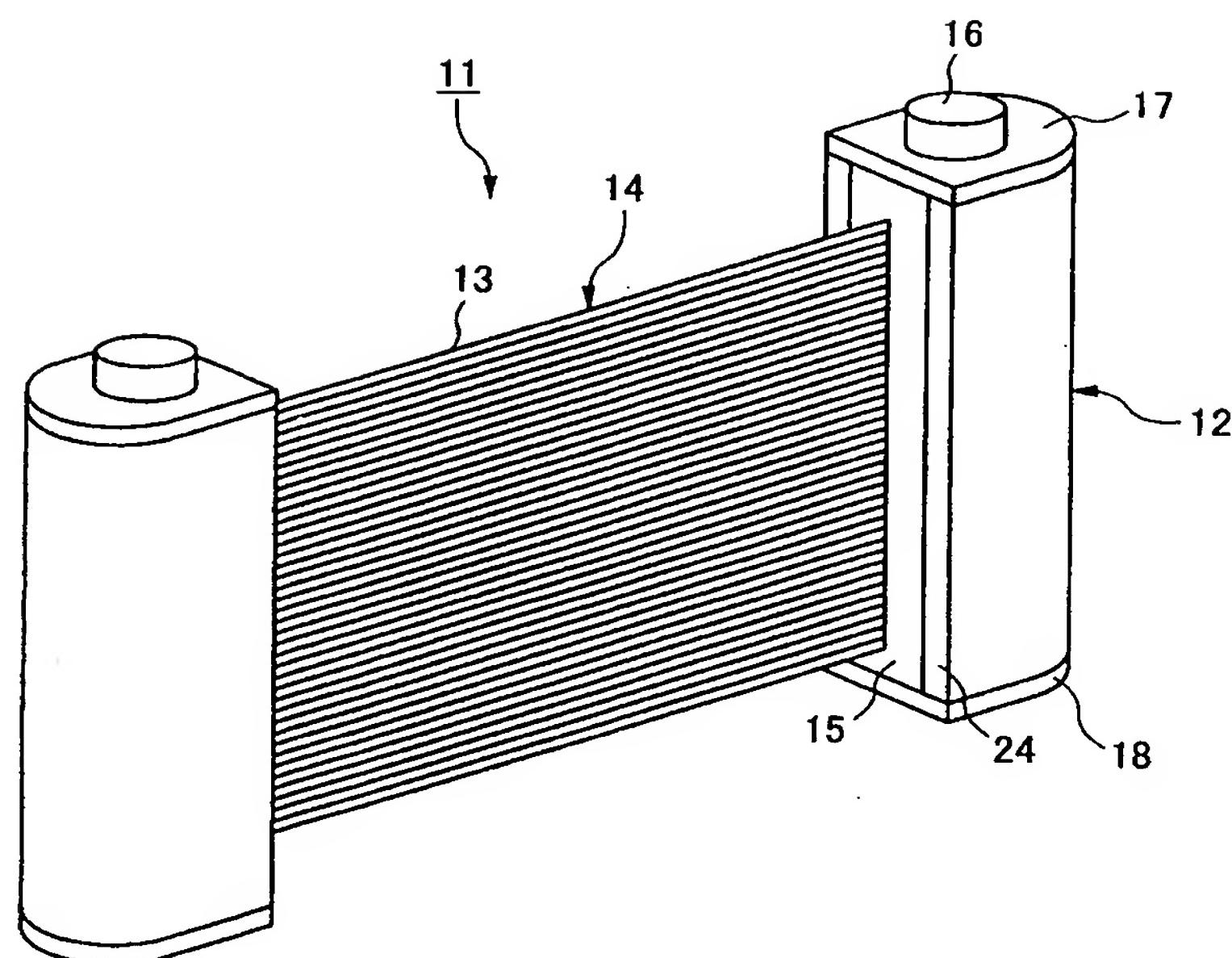
도면25



도면26



도면27



도면28

